"Electrical Measurements"

International system units:
النظام العالمي للوحدات:

length	Metre	m
mass	kilogram	kg
Time	second	s
current	Ampere	A
temperature	kelvin	k

Q (Charge) unit → Coulomb (C) الشحنة

واحد كولوم 1C = 6.24×10^{18} electrons

كولوم

هو كمية الكهرباء التي تمر في دائرة عند نقطة إذا كان التيار المار واحد أمبير في زمن الثانية الشحنة واحد كولوم.

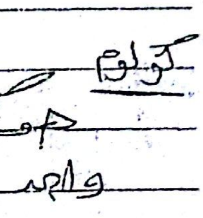
$Q = I \cdot t$ "c"

F (force) القوة unit → Newton (N) $kg \cdot m/s^2$

$f = m \cdot a$ $a \Rightarrow$ acceleration العجلة

the one Newton is equivalent to kilogram metre per second squared

* واحد نيوتن قوة تسحب عجلة قيمتها $1 m/s^2$ إذا وضعت في الجسم كتلته 1 كجم.



Work "W" — Joule (J) — الشغل

one Joule equivalent to one Newton metre.

$W = F \cdot S$

هو القوة المسلطة على مسافة 1م
أو القوة المسلطة على جسم لتحركه 1م في اتجاه القوة

Power (P) — Watt (W) — القدرة

one watt is equivalent one Joule per second.

$P = W / t$

هو معدل تغير الشغل بالنسبة للزمن

electrical Potential (V) — Volt (V) — فرق الجهد

one volt is equivalent to one Joule per coulomb.

الجهد هو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات ما بين نقطتين.

$V = \frac{W}{A} = \frac{J/s}{A} = \frac{J}{A \cdot s} = J/C$

Resistance and Conductance — المقاومة R — unit ohm (Ω)

one ohm is equivalente to one Volt Per ampere.

$R = \frac{V}{I} \; \Omega$

هي عبارة عن مقاومة الدائرة الكهربية في تيار I بالأمبير والجهد على طرفيها V بالفولت.

Date: ______ no: ______

Notes

القراءة في جهاز القياس.

— the magnitude of quantities can be indicated by the position of a pointer move over a graduated scale in the analogue Instruments

يمكن إيجاد القيمة القراءة من خلال وضع المؤشر المتحرك على مقياس مدرج في حالة الجهاز المؤشر analogue.

— it is also possible to indicate the value in the form of a decimal number in digital instruments.

ومن الممكن إيجاد القيمة من الارقام العشرية في الجهاز digital الرقمي.

Ch. 2

Measuring Instrument

جهاز القياس

من أجهزة القياس (direct reading) ... يتم ... بالسرعة ... المتغير الموجود

- جهاز يستخدم للقياس والتحديد قيم مواصفات معينة.

device used to measure, test, or examine parts in order to determine values with required specifications

- جهاز يقوم بالقراءة ثم يعمل معالجة لل القراءة

وجود جهاز يقوم بالقراءة وبالتخزين للاطلاع عليها في اي وقت.



- Instrument functions: وظائف أجهزة القياس

three function or application   هناك ٣ وظائف أو تطبيقات :
جهاز القياس يؤدي الوظائف الآتية.

the measuring Instrument is used to Perform one of the following function

1. Indication: جهاز قياس يعطي قيمة.

2. Record: الخزن: تخزين القراءات لإستخدامة بعد ذلك.

3. Control: يأخذ القيمة المقاسة يستعملها للتحكم في شيئ
مثل جهاز التكييف عند ضبط درجة الحرارة عند
قيمة (يقيس درجة الحرارة ثم يستعملها ويقارنها بالحرارة المطلوبة منه).

~~~~~~~~*~~~~*

- Measurement Range: مدى القياس.
* هي اقصى قيمة للكمية التي يمكن قياسها.

- True value:
هي القيمة الحقيقية للمتغير التي يمكن الحصول عليها بدون أخطاء. (القيمة الفعلية)

- Nominal value: "القيمة المثبتة"

هي القيمة القياسية كما تم تحديدها أو تعريفها من قبل المصنع.

N

Ex

القيمة المقاسة $R_m = 10.2\ \Omega$

القيمة الصحيحة $R_T = 10.08\ \Omega$

قيمة المدون من قبل المصنع $R_n = 10\ \Omega$

قيمة الخطأ = $10.08 - 10.2 = 0.12$

القيمة الحقيقية لو اختلفت عن قيمة المصنع وذلك بسبب اختلاف الظروف ولكن لو قمنا بالقياس في نفس الظروف

$R_m = R_T$

Calibration of Measuring Instruments

معايرة أجهزة القياس

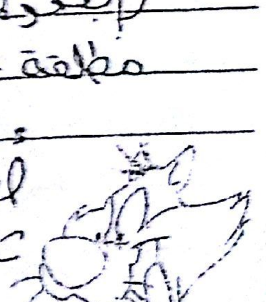
هو أن نقيم الجهاز الموجود بجهاز أكثر دقة حتى نعرف مقدار الخطأ.

هي عملية تعرف فيها العلاقة ما بين الكمية المقاسة بالطرق القياسية ونظام القياس العادي

وتتم عمليات المعايرة في ظروف معينة.

* Electrical instruments :

- Absolute Instruments — أجهزة قياس مطلقة عالية الدقة جداً
- secondary Instruments — أجهزة قياس ثانوية



[illegible]

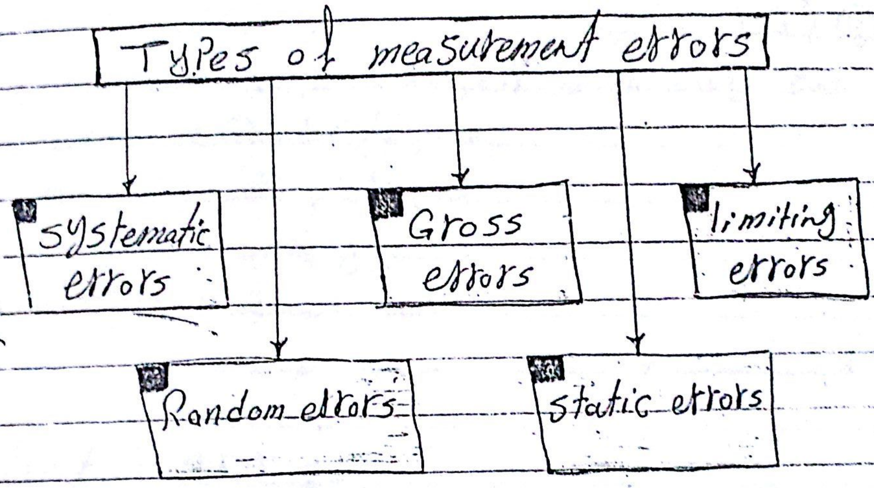
لا اله الا الله

* Measuremat errors : — أخطاء القياس.

هو الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الحقيقية (الفعلية).

* large error :

Note * فيه الخطأ الكبير تؤثر على القراءة.



[1] systematic error :

* هو خطأ يحدث بشكل متكرر عند القياس

* وهو ناتج عن الجهاز.

* وهو يحدث إما بالزيادة أو النقصان

* ويسهل التغلب عليه ← في حالة الزيادة في القراءة التقليل بنسبة معينة

← في حالة النقص في القراءة الزيادة بنسبة معينة

[2] Random error :

هو خطأ عشوائي (غير متوقع). خطأ صعب لأنه يختلف في كل مرة عن الأخرى. وبالتالي لتجنب ذلك

عمل التجربة أكثر من مرة.



ملحوظة - يجب التأكد منه

3 gross error :

خطأ له علاقة بالمستخدم مثل:

① سوء اختيار الجهاز

حيث النوع والتطبيق ومدى القياس.

② التوصيل :

اسلاك طويلة (مقاومة عالية) - التوصيل (توازى أم توالى).

③ أثناء التجربة

عدم مراعاة قواعد القراءة مثل :

- النظر على Pointer عن ودى.
- عدم تأثير العوامل الخارجية.
- تسجيل القيم بالترتيب.
- الحساب بدقة (العمليات الحسابية).

* — * — * — *

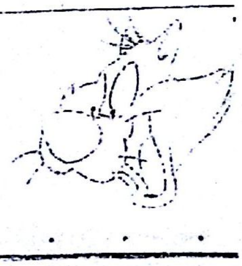
4 Limiting error :

- هو خطأ نتيجة الحدود (Range) بين القيمة المقاسة و Max للجهاز.

- خطأ ناتج عن استخدام جهاز error له قريب من القيمة المقاسة.
وبالتالي يفضل أن يكون error بعيد عن أقصى قيمة للقياس.

مثال

لو استخدامنا جهاز Range ← (100)
لقياس كمية صغيرة (5) نسبة الخطأ تكون كبيرة
بالنسبة للكمية المراد قياسها.



Static error :

Static error is the difference between the measured magnitude and the True value given either as an absolute error or as relative error.

هو الفرق بين القيمة المقاسة والقيمة الصحيحة (الفعلية) = الخطأ.

$$\delta_0 = \delta A = A_m - A_t$$

$$\delta_r = \delta_0 / A_t = \frac{A_m - A_t}{A_t} \quad \%$$

$$A_t = A_m / (1 + \delta_r)$$

where:

$\delta_0 = \delta A$ is absolute static error.

δ_r is relative static error.

وهي absolut error ولكن مقسوم على True value.

A_m is the measured value.

A_t is the True value.

— * — * —

ملحوظة : من static error ← نحصل على ← static correction

$$\text{static correction} = -\delta_0 = -\delta_A$$

معكوس الخطأ.

يعني لو Absolute ← (-10)

وبالتالي static correction ← (10)

Ex:

$A_m = 119.4$ V

$A_t = 120$ V

static error = ??

static Correction = ??

Static error $\delta_o = A_m - A_t$

$= 119.4 - 120 = -0.6$ V

static Correction $= -\delta_o = 0.6$ V

Ex: the limiting error of a 400 V voltmeter is ± 1.5% at full scale. Calculate the limiting error when voltages of 200, 150 and 100 V are to be measured.

→ Solution **

limiting error $= 400 \times \frac{1.5}{100} = 6$ V

for 200 V, the limiting error $= 6 \times \frac{200}{100} = 3\%$

for 150 V, the limiting error $= 6 \times \frac{150}{100} = 4\%$

for 100 V, the limiting error $= 6 \times \frac{100}{100} = 6\%$

for 200 → $6/200 \times 100 = 3\%$. أنسب

for 150 → $6/150 \times 100 = 4\%$. متوسط

for 100 → $6/100 \times 100 = 6\%$.

Sensitivity : حساسية الجهاز :

هي أقل قيمة للكمية المقاسة (الدخل) لكي نحصل على خرج (قراءة).

the minimum value of the measured quantity (input) signal necessary to obtain output signal.

ملحوظة

- حساسية الجهاز ليس لها علاقة بالدقة
يوجد جهاز حساس غير دقيق وغير حساس لكن دقيق
وقد يجمع الاثنين حساس ودقيق

- تقاس بأحد الطريقتين :

S = magnitude of input / magnitude of output.

S = 1 / full scale deflection.

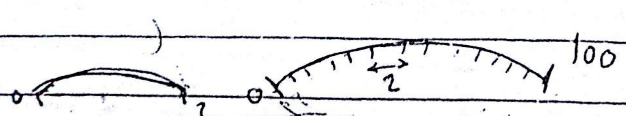
Resolution : التباين (وضوح القراءة).

هي أقل قيمة للمادة يمكن أن تقاس أو تحدد. أو أقل قيمة يمكن ملاحظتها على جهاز القياس

(Zoom)
أقل قيمة تستطيع قراءتها من على الجهاز. وتعتبر عملية تقريب للقيمة المقاسة

Ex

$\frac{1}{10}$ من القراءة تكون بوضوح



Resolution = $\frac{1}{10} \times 2 = 0.2$

هو أصغر جزء يمكن رؤيته بوضوح.

Date: ______ No: ______

Accuracy :

هي مدى قرب القيمة المقاسة من القيمة الحقيقية (الفعلية).
وهي تمثل الدقة (معكوس الخطأ)

$$A = 1 - \text{relative static error}$$

$$A = 1 - \delta_r$$

ويمكن أن يعطي جهاز نسبة الخطأ 5% .

$$A = 1 - \frac{5}{100} = 0.95 = 95\%$$ دقة

- أو يعطي العكس .

—— * —— *

Precision :

هي مقياس مدى تقارب القياسات المتكررة من بعضها تحت نفس الظروف وبنفس الطريقة

وليس لها علاقة بالدقة.

- Precision تحتاج التكرير تجريب للـ
- Accuracy تحتاج تجريب واحد للـ ،

- عندما تكون القراءات متقاربة تكون "high Precision".
- عندما تكون القراءات متباعدة تكون "low Precision".

ملاحظة

تعديل أو التخلص من systematic error ← التغير تزيد (accuracy)
ولكن Precision ليس لها علاقة (لا تتغير) Not change .

- it is independent on the accuracy of the Instrument.

ملحوظة :
عند تعريف accuracy أو Precision لا يجب أعمل شرط (ذكر أنهم ليس لهم علاقة ببعض لكن تذكر عند المقارنة.

لزيادة حساسية الجهاز عن طريق زيادة عدد اللفات يجب عمل حسابية لأن زيادة اللفات يزود
$\uparrow NI = \phi R_{\uparrow}$ → Am/Turn

Tolerance :
التفاوت أو السماحية

هو التفاوت المسموح به في القيمة المقاسة بدون حدوث مشاكل

(هي نسبة طبيعية ولا تمثل error خطأ طالما أن القيمة المقاسة في حدود التفاوت المسموح به).
ولكن خارج الحدود تمثل error خطأ ناتج من أشياء أخرى

Ex: R = 1000 Ω ± (0.3 Ω) → Tolerance
R between 999.7 Ω and 1000.3 Ω

efficiency :
كفاءة
- هي القدرة الخرج مقسومة على قدرة الدخل.
- والثابتة أن تكون الدخل والخرج من نفس النوع
- حالة خاصة — دخل (القدرة المستهلكة داخل الجهاز).
- الخرج (القراءة).

∴ الكفاءة هي النسبة بين full scale و القدرة المستهلكة.

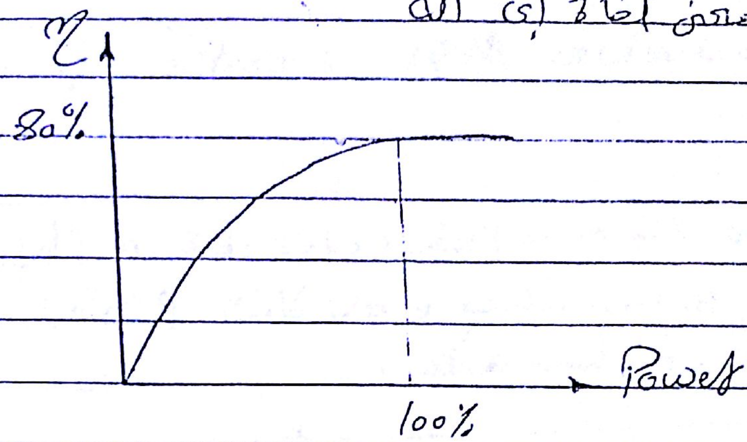
efficiency → The ratio between the full scale and the consumed Power during reading full scale.

Chapter (2) باقي

Date: ________ No: ________

Full scale الذي أقصى قيمة ونقسمها على القدرة التي سجلها الجهاز لقراءة Full scale الموجود.

منحنى الكفاءة إلى الآلة



← أقصى كفاءة عند تشغيل الآلة 80% عند قدرة 100%
↓
power

Notes

* يمكن حساب الكفاءة عند أي حمل ولكن لا نستطيع ذكر هذه الكفاءة لأنه كلما قلت قيمة الحمل قلت الكفاءة وبالتالي هي غير صحيحة.
* لكن الكفاءة تكون محسوبة للحمل الكامل.

- كفاءة المحرك، المولد ← قدرة الخرج / قدرة الدخل ونكون بـ %

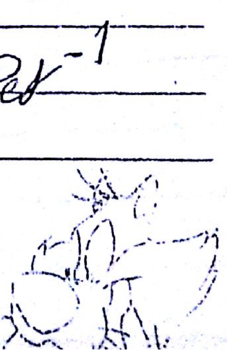
- لكن كفاءة جهاز القياس (خرج / دخل) وبالتالي (قراءة / القدرة المستهلكة)

- إذن يمكن حسابها لجهاز القياس كالتالي :

For Voltmeter

$$\eta = \frac{V_{fs}}{P_{fL}} = \frac{V_{fs}}{V_{fs}^2/R_m} = \frac{R_m}{V_{fs}} \quad \text{Ampere}^{-1}$$

$$P = I^2R = \frac{V^2}{R}$$



where

R_m - the internal Resistance — مقاومة الجهاز الداخلية.

V_{fs} - Volt full scale reading — اعلى قراءة للجهاز.

P_{fs} - Consumed Power at full scale.

القدرة المستهلكة عند اقصى قراءة للجهاز.

the voltmeter efficiency increases with increase of internal resistance.

تزيد الكفاءة للفولتميتر بزيادة المقاومة الداخلية له (Rm)

لانه يوصل توازي وكلما كانت (Rm)↑ كلما I↓ وبالتالي

Power ↓ المستهلكة.

efficiency for Ammeter :-

$$\eta = \frac{I_{fs}}{P_{fs}} = \frac{I_{fs}}{I_{fs}^2 R_m} = \frac{1}{I_{fs} R_m} \quad Volt^{-1}$$

- the ammeter efficiency increases with the decrease the internal resistance.

- تزيد كفاءة الاميتر بتقليل مقاومته الداخلية (Rm).

Ex :- Voltmeter full scale 500V and error 1%
calculate : accuracy and Percent accuracy.
what is the Percentage accuracy if the instrument
is use to read 250 V and 100 V.

→ solution ←

$\delta r = 1\% = 0.01 = \delta o / At$ $\quad At = 500$

$\delta o = 0.01 * 500 = 5\%$

$A = 1 - \delta r = 1 - 0.01 = 0.99$

$A\% = 99\%$

$\delta o = \pm 0.01 * 500 = \pm 5V$

$A = 1 - \delta r = 1 - 0.01 = 0.99 = 99\%$

at 250 V reading

$\delta o = Am - At \quad Am = At \pm \delta o = 250 \pm 5 = 245 \text{ or } 255 V.$

$\delta r = \delta o / At = 5/250 = 0.02 \Rightarrow 2\%$

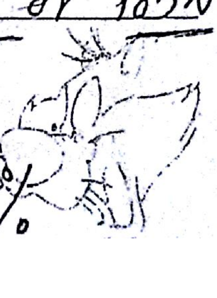
$A = 1 - \delta r = 1 - 0.02 = 0.98 \Rightarrow \%98 \text{ or } 102\%$

at 100 V reading

$\delta o = 5 \quad Am = At + \delta o = 100 \pm 5 = 95 \text{ or } 105V$

$\delta r = 5/100 = 0.05 \quad 5\%$

$A = 1 - 0.05 = 0.95 \Rightarrow 95\% \text{ or } 105\%$



Ex:

In a Certain experiment, the measured resistance was $3456\,\Omega$. the used resistor box Contains the following resistors:

- 10 of $1000\,\Omega$ $\pm 0.1\%$
- 10 of $100\,\Omega$ $\pm 0.2\%$
- 10 of $10\,\Omega$ $\pm 0.4\%$
- 10 of $1\,\Omega$ $\pm 0.6\%$

Calculate the Percentage uncertainty in the reading.

Solution

the error of measurements is: CI الخطأ في القياس

$$= 3000 \times (0.1/100) + 400(0.2/100) + 50(0.4/100) + 6(0.6/100)$$

$$= 3 + 0.8 + 0.2 + 0.036 = 4.036\,\Omega$$

the Percentage uncertainty

النسبة الخطئية $= (\pm 4.036 / 3456) \times 100 = \pm 0.116\,\%$

Ex: During a measurement of a current, a Change of 2A causes a deflection of 3mm on the ammeter scale. Calculate ammeter sensitivity.

$S =$ measur. Input / output

magnitude Input / magnitude output

Sensitivity $\rightarrow S = 2/3 = 0.666\ A/mm$

يعني دخل الجهاز 2A سبب انحراف 3mm وبالتالي

حساسية $\rightarrow$ 0.666 A/mm

الامتحان الغد العظماء

Methods of measurements

طرق القياس :

① Direct Comparison :-

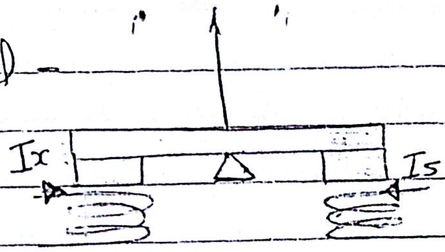
① - مقارنة مباشرة

هي مقارنة بين كمية مجهوله وكمية معلومة من نفس العينة (النوع)

high accuracy with low uncertainty.

- دقة عاليه مع سماحية صغيرة
- تحتاج الى شخص مدرب للقياس بها.

- مقارنة تيار غير معلوم بتأثير تيار معلوم...



- التيار الغير معلوم (I_x) يعمل على جذب الحديد إتجاهه لكي يقلل الفجوه الهوائية
- التيار المعلوم (I_s) يتم تغيرة حتى يحدث إتزان مع العلم أن النظام متماثل.
- وبالتالى $I_s = I_x$ عند حدوث ذلك الإتزان
- ممكن نزود عدد اللفات التي يمر بها التيار المعلوم كـ 2 وبالتالى لنحصل على نفس الحالة تيار قيمته النصف

ويمكن الاستفادة من ذلك باستخدام تيار صغير.

∴ التيار المجهول = ضعف التيار المعلوم.

M. N

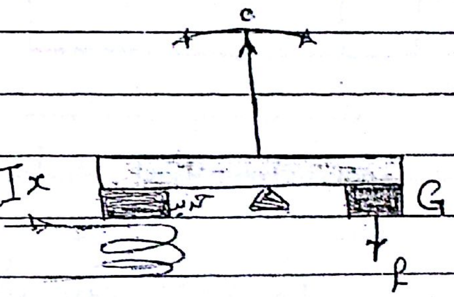
Date: ______ no: ______

② Indirect measurement
or Indirect Comparison :-

② مقارنة غير مباشرة (قياس غير مباشر).

عملية مقارنة بين كمية مجهولة وكمية معلومة ليست من نفس الفئة (النوع).

- مقارنة تيار غير معلوم بكتلة معلومة.



إذا كان لدينا تيار غير معلوم Ix.

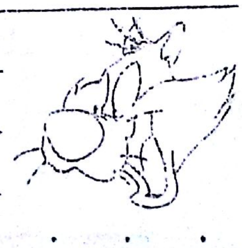
- التيار Ix يعمل على جذب المغناطيس فيجذب Pointer ناحية اليسار.

- يقوم بعملية الاتزان Force (f) الناتجة من الوزن (G).

- يتم معرفة ومعايرة عن طريق ما يقابل الوزن المعروف القيمة من تيار I
يعطي القيمة والاتجاه

* Note

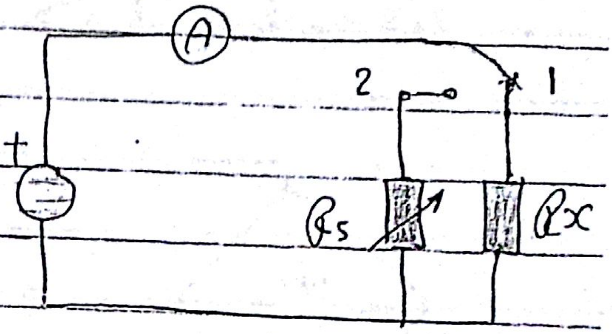
يمكن قياس الجهد عن طريق التيار باستخدام مقياس التيار
ولكن باستخدام عامل تغيير في scale هو المقاومة



substitution method :

طريقة التعويض :

وفيه نعوض متغير معلوم قيمته عن المتغير المجهول لمعرفة قيمته.



المقاومة المجهولة Rx

المقاومة المتغيرة Rs

أولاً عند الوضع (1).

يتم قياس التيار بالاميتر (A)

ثانياً عند تغير الوضع (2)

نقوم بتغيير قيمة المقاومة (Rs) حتى يصبح التيار المار هو نفس التيار المار في الوضع (1) داخل (Rx)

- وبالتالي قيمة المقاومة المتغيرة هي نفس قيمة المقاومة المجهولة (Rx)

وهي تلك طريقة التعويض

Note

الطرق الثلاث السابقة

المقارنة المباشرة والغير مباشرة والتعويض

لم يعد تستخدم كثيراً حالياً بسبب

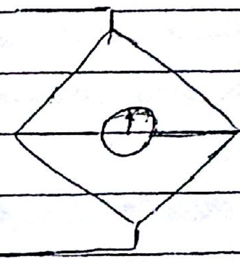
تحتاج وقت كبير والأشخاص مدربين على التعامل معها (خبرة معينة):

Date: .... no: ....

(4) Null measurement Method :

* من طرق تستخدم بكثرة وعلى نطاق واسع.

- عبارة عن أربع أفرع موصلة بطريقة كما بالشكل :



- ما بين طرفين نضع المصدر

- ما بين الطرفين الآخرين نضع أميتر من نوع خاص وجهاز التدريج له من المنتصف (galvanometer) Called.

- نقول Balance يعني تثبيت أو توازن بحيث لا يقرأ تيار

- ثم عن طريق الحسابات نحصل على Z

تعتمد على توصيل الدائرة حتى تكون صفر.

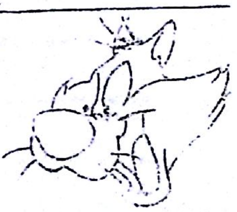
مميزاته :

لا تحتاج إلى Calibration (التدريج) لأنه لا يقرأ شيء.

(5) Differential measurement (analogue) method :

يوجد بالأجهزة analogue

تعتمد على أن المؤشر لا يستقر عند الصفر ويحدث له حركة حتى يستقر عند القيمة المقاسة



يحتوي على قوة مضادة لتوقف المؤشر عند القيمة الحقيقية عند تساوي مع القوة المحركة للمؤشر يحدث Balance.

- يجب ملاحظة تحرك المؤشر على التدريج حتى لو كان صغيرة
- معظم الأجهزة electro mecanical تعمل بهذه الطريقة

⑥ Null differential :

لتحسين الدقة يتم دمج طريقتين differential < Null

تستخدم طريقة شبه صفرية حيث لا يصل المؤشر إلى الصفر
تماماً ودائماً يكون بالقرب منه ونضربه في معامل للحصول
على القيمة الأصلية (يعني عمل Zoom).

مميزاتها : sensitivity عالية
عيوبها : ① لا تستخدم بكثرة ② تحتاج معايرة خاصة.

⑦ Digital measurement method :

يعمل sampling لقيمة معينة من فترات زمنية ولكن بسرعة عالية
ويعمل على تخزينها ثم الحسابات للحصول على القيمة المطلوبة.
يعطي أفضل القيمة بطريقة رقمية.

it depends on sampling the signal and indicates
the reading using discrete numbers.

- من مميزاتها يتم التخلص من الخطأ البشري Gross error -

——— * ——— * ———

N

LOVE You.

DAY

M&N   Date: ________ no: ________

* Types of measurement Instruments *

يتم تقسيم أنواع أجهزة القياس إلى نوعين

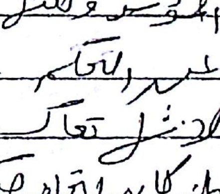
1. Digital and Analogue instrument.
2. mechanical, electrical, electronic instrument

① Analogue Instrument **

deflecting devices عزم الإنحراف.	Controlling devices عزم التحكم.	damping devices عزم الإخماد.
هو القوة المؤثرة على المؤشر لإسراع في إجابة القراءة.	تعاكس حركة deflecting وتعاكس حركة Pointer. - القوة التي تضمن وقوف المؤشر عند القيمة المطلوبة. - تعود للصفر عند عدم القياس يعني قوة عكسية ترجع المؤشر للصفر	عملية عكس الحركة المؤشر وكلنا تختلف عن التحكم. لأنها تعاكس حركة المؤشر مهما كان اتجاه حركته لكنها لا تعمل إلا في حالة (الحركة) action
	كلما تحرك المؤشر كلما زادت القوة deflecting حتى يتساوى مع controlling.	تعمل على ضبط المؤشر عند القيمة والاستقرار.

two type of scales :

linear	non linear
مسافات متساوية سهولة تحديد قيمة متوسطة	المسافات غير متساوية يصعب تحديد قيمة متوسطة.



② Digital Instrument **

higher Input Resistance — ① مقاومة الدخل كبيرة
lower output Resistance — مقاومة الخرج صغيرة

② الدقة و resolution عالية جداً وقد يتغير scale أوتوماتيك.
— the accuracy and reslution is higher and atomatic Range.

③ Canbe used Ac and Dc measurements
يستخدم في القياس DC و AC.

④ يقيس قيمة متغيرات متعلقة في وقت واحد.
they Can measure voltage, current, resistance and other variables at the same time.

③ Mechanical Instrument **

- الجزء الميكانيكي يعتمد على التأثير الميكانيكي من تحريك المؤشر
- يعمل لفترات طويلة.
- ضعف الحديث في أعطال
- وزن كبير وثقيل — غالي الثمن — large size, high Prices
- أعطاله بسيطة وقليلة

they are not suitable for transient and dynamic applications.
- لا يعمل في التطبيقات التي بها تغيرات
use to the measure steady and stable operation
يعمل في حالات الثبوت والإستقرار.

N

Date: .... No:

④ electrical Instrument ☆☆

يقارن دوائر كهربية ويعتمد على التأثير الكهرومغناطيسي.

- they Comprise electrical Circuits and depend on
- the electromagnetic effects on their operation.

- يستخدم المجال المغناطيسي الناتج عن الملفات للعدادة.
(التفاعل بين مجال مغناطيسي وكهربائي).

they used to transient — سريع، أعلى
مستخدم في التطبيقات المتغيرات

the response is faster and smaller size — حجم أقل ☆

- إحتمال حدوث أخطاء ومشاكل أكثر.

⑤ electronic Instrument ☆☆

- مكونات إلكترونية ودوائر منطق.

they responce very fast — سريع جداً

they Can be used with Continuously
يعمل متواصل (مستمر)

diodes, transistors. — يعتمد في التصنيف على عناصر الكترونية

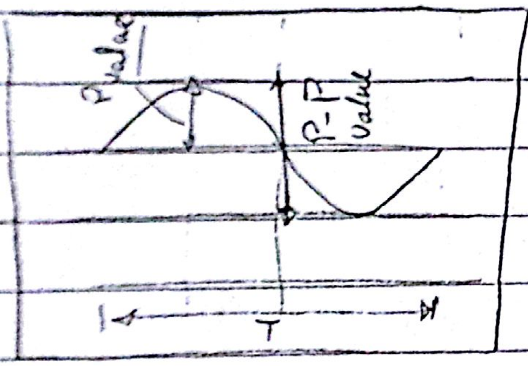
وبذلك يعتمد قياس على الأجهزة المستخدم

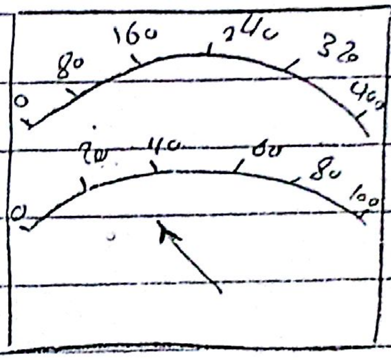
* they measured values depend on the rating of the electronic devices EX (diode and Transistor).

Display methods **
** طرق العرض

① Analogue display ::

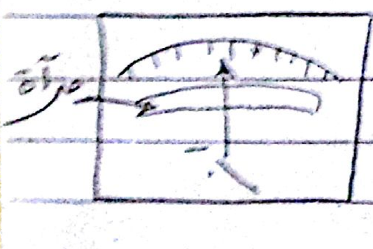
- إما عن طريق Pointer يتحرك على scale.
- إما عن طريق graph مثل oscilliscope.





① في حالة Pointer قد يسقط أكثر من تدريج.
- كل تدريج يناسب قياس معين تخفيض limiting error.
يتم ضبط القياس على تدريج معين.

ولها عيوب مثل "Parallax" خطأ في عملية القياس عند عدم الوقوف عمودي عند النظر على الجهاز. عدم النظر عمودي على Pointer فتقرأ خطأ.. يعني ما تنظرش بزاويه (موازيه).



لحل هذه المشكلة يوضع مرآة تحت المؤشر وبالتالي القراءة الصحيحة هي عندما لا ترى صورة للمؤشر في المرآة.

② graph تستطيع الحصول منه على معلومات أكثر مثل هل فيه تشوه ونوع الموجة

② Digital DisPlay :

يعطي القيمة Dicimal number بالضبط
وبالتالي ① دقة أفضل . ② يعطي معلومات أكثر

Effective range :

هو المدى الفعال :
والتي تقيس عنده قيمة مقبولة عند الكل Rang .

ch. 3

Dynamic Performance of analogue Instruments .

⟵ الأداء الديناميكي في الأجهزة التناظرية :

⟵ Dynamic : يشمل السكون والحركة أي الإنتقال من سكون إلى الحركة والعكس .
⟵ Transiet : هي حالة الإنتقال من وضع سكون إلى وضع سكون آخر .

⟵ Transient Period :
تحتاج فترة إنتقالية لكي يصل إلى الـ steady state
(وضع الاستقرار) وهي حالة Balance .
بين قوتين (والمتزنة ـ والمترجح) .



** Deflection Torque :

- عزم الإنحراف :

* من حدوث مجال متغير على حسب القيمة المقاسة
(نتيجة مرور تيار خلاله).

عند تثبيت قيمة التيار يثبت المجال لو غيرته يتغير المجال الناتج عنه.

- يوجد مجال ثابت من داخل الجهاز (لا ينتج من التيار أو الجهد المقاس).

يحدث تفاعل بين المجالين وبالتالي يحدث deflection

تنتج قوة محركة = ثابت * التيار

$$T = K f(i)$$

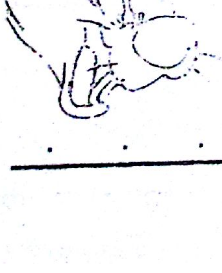
→ K ثابت يتوقف على طبيعة الجهاز
ولا يعطى مباشرة ولكن بناءً على طبيعة الجهاز
تكون له علاقة معينة يحسب منها.

- ذلك العزم يتناسب مع التيار طردياً.

Note يمكن إنشاء المجال الآخر بنفس التيار المقاس بمروره في ملف ولكن
العلاقة تكون مثل I^n ← I^2

Note إن كان استقرار المؤشر يتحرك تحت تأثير قوة واحدة
وهي deflection وعليه الاستقرار حالة خاصة من عملية الحركة.

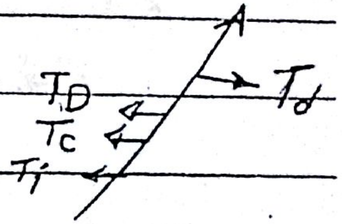
ولكن يتحرك المؤشر تحت تأثير أربع عزوم



deflection / Control / damping / inertia
إنحراف / تحكم / إخماد / قصور

At steady state, the deflecting Torque equal the sum of three Torques: the inertia Torque, the damping Torque and the Control Torque.

deflection = مجموع الثلاث عزوم السابقة



$$T = T_i + T_D + T_C$$

- where:

T the deflection Torque

T_i the inertia Torque

T_D the damping Torque

T_C the Controlling Torque

NOTE

- عزم القصور: في اتجاه مع حركة المؤشر عندما يكون متزايد
- عزم الإخماد: في اتجاه عكس حركة المؤشر
- عزم التحكم: في اتجاه واحد عكس deflection

* Inertia Torque :   * عزم القصور الذاتي :

تتوقف على العجلة (معدل التغير الثاني للمسافة) وليس على السرعة
ويعاكس حركة المؤشر من الحركة ومن حالة السكون عندما يريد
المؤشر أن يتوقف تساوي صفر

$$T_i = J \frac{d^2\theta}{dt^2}$$ → Acceleration العجلة

هي لا تمنع الحركة ولكن توقفها.

Note
الاستقرار لا يعني السكون ولكن يعني الثبات على ما هو عليه من سرعة أو سكون
لا تنفعل.
- هي موجودة نتيجة الكتلة وحركة المؤشر.

* *

* Control Torque :   عزم التحكم :

- لا تعاكس حركة المؤشر ولكنه يعاكس الـ deflection عزم الانحراف.
- يبدأ بصفر ويزيد بزيادة الانحراف.

وظيفته :
- يضمن الوقوف المؤشر عند نتيجة القياس المطلوب.
- عند عدم القياس يعود للصفر.

العزمان اللذان يتساويان عند الـ steady هم deflection & Control
ويكونا متساويان

At steady state

$$T = T_c \;\Rightarrow\; K f(i) = T_c$$

Controlling
- (A) spring control   تحكم (زنبرك)
- (B) gravity control   تحكم بالجاذبية



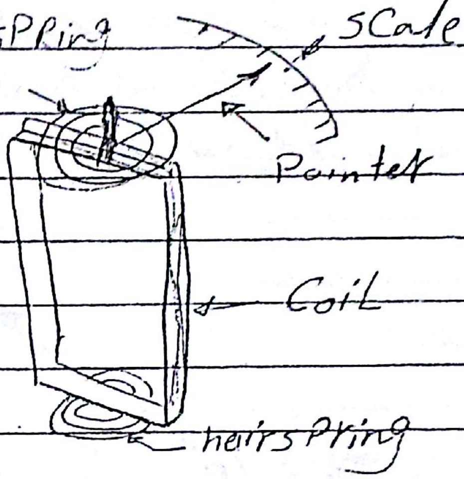
the Pointer Comes to rest at the steady state at a Position where the deflection Torque equal to Control Torque.

$$T = T_C$$

it restores the Pointer back to zero reading when the input signal is removed. $T_C \Rightarrow 0 \rightarrow \bar{I}$

x ——— x ——— x ——— x

(A) Spring Control :-



هو عبارة عن تحكم بزنبرك (سوستة) تعوق حركة المؤشر وتعمل على اعادة المؤشر الى الصفر عند عدم القياس

with the deflection of the Pointer, the spring is twisted in the opposite direction

$$T \propto I \quad \& \quad T_C \propto \theta$$

for deflection Torque & for spring Control

$$T_C = C\theta \qquad T_C = T \qquad C\theta = kI$$

$$C\theta \propto I$$

$$\theta \propto I$$

ملاحظة

من عيوب الـ spring انه بيتراخى فيحتاج الى معايرة Calibration بشكل منتظم

C ← ثابتة Constant

θ ← الزاوية



Springs are made of materials with the following characteristics :

المواد التي تصنع منها ال springs لها خواص :

① they are non magnetic — ليست مغناطيسية .

② they are not subjected to much fatigue

③ they have low resistance

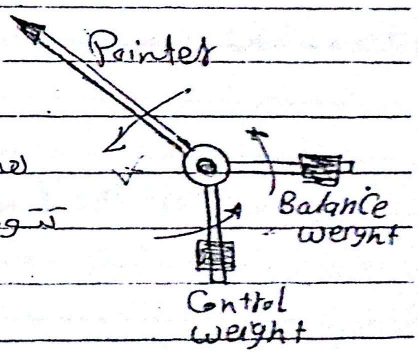
مقاومتها صغيرة .

④ they have low temperature resistance coefficient.

لا تتأثر كثيرا بدرجة الحرارة (مقاومة ثابتة بتغير درجة الحرارة).

x ——— x

(B) * Gravity Control :



Balance تعتمد على ثقل العلبة

تتوقف القوة الناتجة من الوزن على المسافة التي تتحرك .

$T_C \propto \sin\theta$

$T_C = C \sin\theta$

$T_C = T$ → $i \propto \sin\theta$

Gravity Controlled instruments have non uniform scales.

التدريج غير منتظم .

عيوب :

① يجب وضع الجهاز في وضع أفقي لكي لا تؤثر على الوزن .

② العلاقة غير خطية (لأن التدريج غير منتظم) non linear

مميزات :



لا يحدث له إجهاد مثل ال spring — not subjected to fatigue with time

N

Date: ________ No: ________

* damping Torque :

* عزم الإخماد : الفرملة.

The damping torque opposes the moving parts of the instrument when it is the moving state

عزم الإخماد يعاكس الحركة من البداية (أي حالة الحركة) وهو ضمان الوصول للاستقرار من أسرع وقت بدون oscillations. ليس له اتجاه محدد (هو عكس اتجاه الحركة دائماً).

High damping results in high time till equilibrium.

الإخماد العالي يسبب زمن كبير للوصول للاستقرار.

low damping causes high oscillations.

إخماد منخفض يسبب تذبذب عالي لـ Pointer

$$T_d = D \frac{d\theta}{dt}$$

= D * سرعة

D damping Constant

TD damping Torque

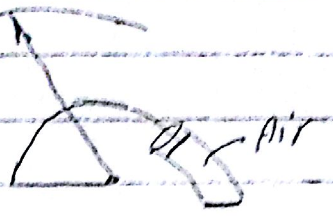
الإخماد damping يعتمد على damping Constant

* the damping Torque can be Produced by :-

- mechanical damping (Air, solid and fluid friction. (liquid))
- Eddy Current "electro-magnetic

Mechanical damping

1) Air damping :



يوصل ريشة من الالومنيوم بالمؤشر فعندما
يتحرك المؤشر تضغط الريشة الهواء
فتعمل على قوة معاكسة للمؤشر.

يتم حساب هذا الحزم عن طريق المعايرة.

Achieved through the motion of an aluminium vane in air chamber depending on the mechanical movement.

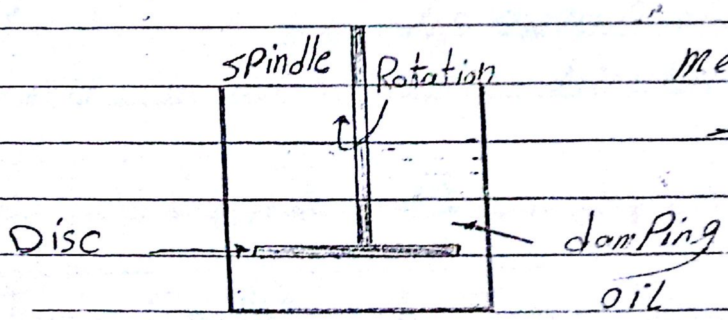
the compression and section actions of the piston (مكبس) on air in the chamber affect the oscillations damping

* — *

* liquid damping :

the motion of an aluminium vane is in viscous fluid it is independent of the current flowing through the coil.

حركة ريشة الالومنيوم داخل سائل لزج تعتمد على مرور التيار بالملف.



mechanical damping

(3) solid damping :

- solid friction "Pivot friction" is anormal friction due to the mechanical movement.

الاحتكاك الصلب (احتكاك محوري) بحركة الميكانيكية داخل الجهاز.

يكون صغير جداً ويمكن إهماله.

The mechanical damping is given by :

$$T_{dm} = D_m \frac{d\theta}{dt}$$

* *

* Electromagnetic damping *

- Eddy current damping.

the rotation of the coil inside the magnetic field sets up eddy currents circulating in the conductive metal frame

بمرور التيار في الملف (حركة الملف) تسبب مجال مغناطيسي يشكل تيارات دوامية في الدائرة.

- The flow of the eddy current produces a damping force in an opposite direction of the motion.

التيارات الدوامية تعمل على عزم إخماد معاكس لاتجاه الحركة.

$$T_{dm} = D_m \frac{d\theta}{dt} \quad \& \quad T_{de} = D_e \frac{d\theta}{dt}$$

$$T_d = T_{dm} + T_{de} = D \frac{d\theta}{dt} \qquad D = D_m + D_e$$

M&N

بنطلق ال dynamic equation بتاعة : The equation of motion

- The equation of motion :

$$T = J\frac{d^2\theta}{dt^2} + D\frac{d\theta}{dt} + C\theta$$

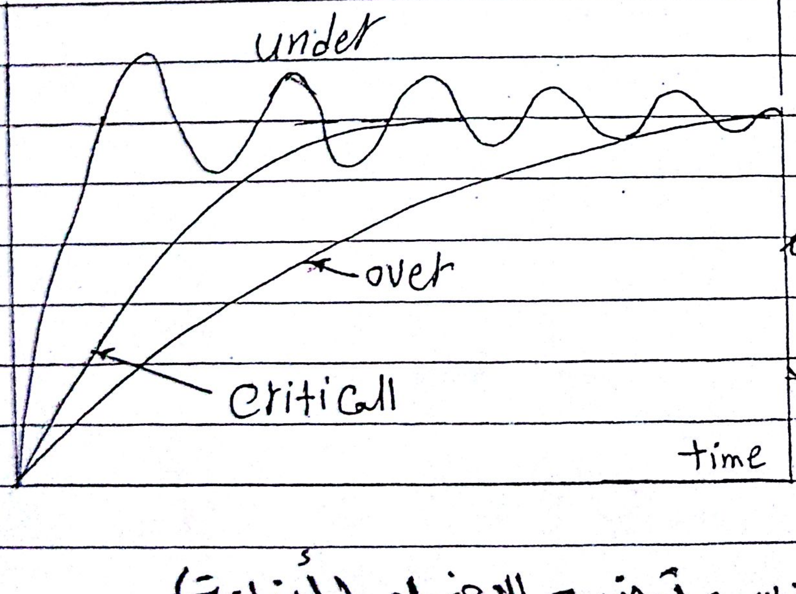
- T: Deflecting Torque
- J: inertia Constant → inertia Torque
- D: Damping Constant → Damping Torque
- C: Control Torque Constant → Control Torque

Solving the 2nd order differential equation

$$k f(i) = J\frac{d^2\theta}{dt} + D\frac{d\theta}{dt} + C\theta$$

1. $D > \sqrt{4CJ}$ — over damped — وقت طويل
2. $D < \sqrt{4CJ}$ — under damped — oscillation
3. $D = \sqrt{4CJ}$ — critical damped — الأفضل

Deflection

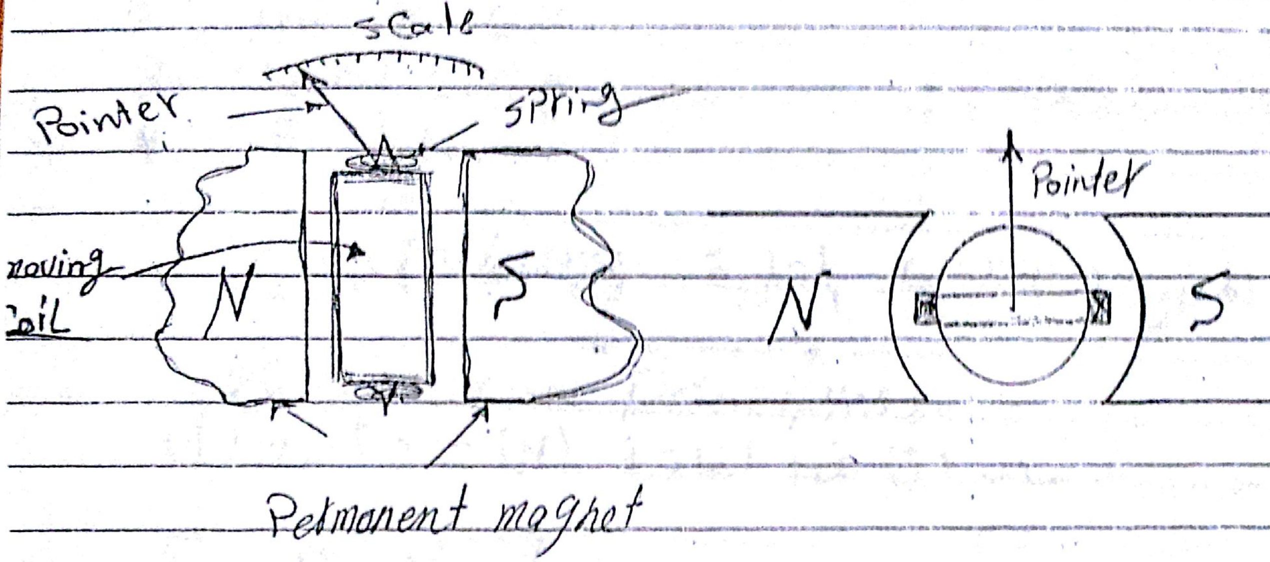


ملاحظة أفضل نوع لوصول المؤشر إلى الاستقرار هو critical لأنه سريع

رسم توضيحي للأعداد (الأنواع)

Ch.4 ع

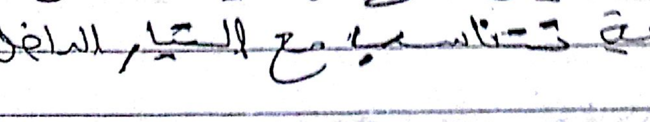
Permanent Magnetic Moving Coil (PMMC).



طريقة العمل : Operation system

يتغذى الملف القابل للحركة (Moving Coil) بالتيار المراد قياسه فيتولد مجال مغناطيسي يتفاعل هذا المجال مع مجال المغناطيس الدائم (Permanent magnet) فيتولد عزم انحراف (deflection) وهذا العزم يعمل على تحريك المؤشر (Pointer) حيث يتوقف بزاوية تتناسب مع التيار الداخل للجهاز

- العزم الآخر عزم الـ spring وهو الـ Control وهو يعاكس الـ deflection في الاتجاه ، ويضمن رجوع المؤشر للصفر بعد القياس



Components of (PMMC) :-

1- Permanent magnet.
2- Moving Coil.
3- Spiral Spring.
4- Pointer.
5- Scale.
6- Bearings.
7- Cylindrical Core.
8- Poles manufactured.

main Components

من الطرق المتناقلة على القطبية (Polarity) في ال dc

* *

Operation Principles :-

- إذا مر تيار في ملف (I) عدد لفاته (N) تنشأ قوة (F)

$F = B.N.I.L$ Newton

Torque $T = d.B.N.I.L$ N.m

$\because T = K.I \Rightarrow K = a.B.N$

$K \rightarrow d.B.N.L$

$\therefore T = C\theta$

$\therefore C\theta = d.B.N.I.l \Rightarrow \theta = \frac{d.B.N.L}{C}.I$

Notes :-

- $d \rightarrow$ Coil width (m).
- $l \rightarrow$ Coil side Length (m).
- $a \rightarrow$ Coil area (m^2).
- $B \rightarrow$ flux density (Tesla).
- $N \rightarrow$ number of Coil Turns.

$\therefore \theta \propto I$

∴ بزيادة التيار تزيد زاوية انحراف المؤشر.

⇒ Advantages :- مميزات الجهاز :-

- 1W ⇒ 250 μW - very low power يستهلك قدرة منخفضة
- accuracy (95% ⇒ 98%)
- high senstivity.
- High torque weight ratio
- uniform scale تدريج منتظم
- they have no hysteresis losses لا يوجد مفاقيد
- used for a wide ranges of current and voltage
- لا يتأثر بالمجالات المغناطيسية الخارجية

⇒ Disadvantages :- عيوب الجهاز :-

- expensive غالي الثمن
- يتأثر بدرجات الحرارة. مع احتياجه لـ Calibration.
- لابد أنه يوضع في وضع معين (Liquid damping).
- لا يقيس إلا DC وإن كان AC له تركيبة معينة.

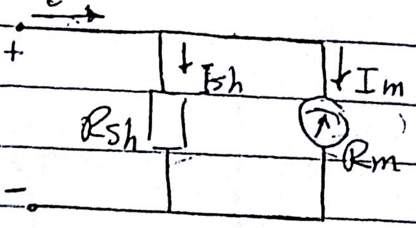
لو تم تطبيق AC على PMMC فإنه يقرأ مرة موجب ومرة سالب وبالتالي فإنه يتحرك لليمين واليسار بسرعة وسيتجه نحو الصفر ويقرأ صفر.

- نقوم بعمل rectifier للتيار وبالتالي يتحول إلى DC وبالتالي يصبح تيار ثابت ويكون بشكل sine wave.

The moving Coil instrument as an ammeter :

إستخدام (PMMC) كأميتر :

The ammeter is Connected in Parallel with a shunt resistor.



الأميتر يوصل توازى مع مقاومة Rsh

- The ammeter is Connected in series with the circuit

الأميتر يوصل توالى فى الدائرة.

- المقاومة Rsh تكون صغيرة جداً (very small)

- حتى تقلل من المقاومة الكلية للأميتر (لأن توصيل المقاومات توازى تقل)

مقاومة تمكن الجهاز من قياس تيار أعلى من Ifs Rsh

- التيار Im يتناسب مع التيار الكلى I

$$I_m = I \frac{R_{sh}}{R_{sh}+R_m}$$ → Constant ثابتة

ثابت التناسب $I_m \propto I$

$R_{sh}(I - I_m) = R_m I_m$ الجهد متساوى

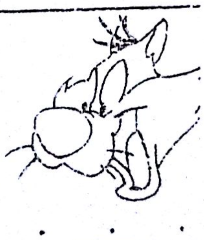
$$R_{sh} = \frac{R_m I_m}{I - I_m}$$

$I_m \Rightarrow I_{fs}$

$I > I_{fs}$

وبذلك يمكن زيادة مدى القياس للجهاز

ملاحظة

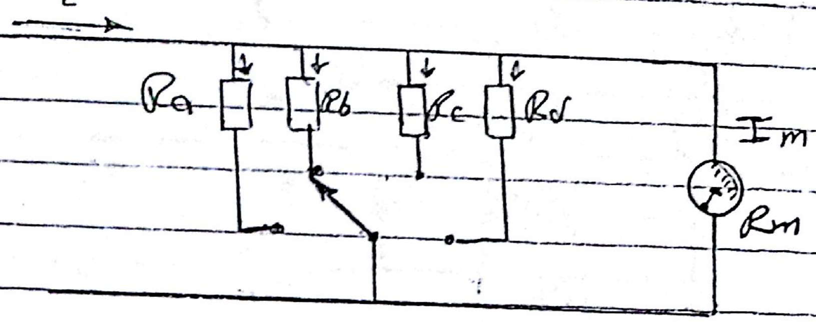


الجهاز ذو حساسية عالية 5mA & 5μA ودقة عالية

وزياده المدى إلى أكثر من مرة يعمل

multi - Range ammeter

- بتوصيل عدد من المقاومات توازى مع الجهاز (المقاومات مختلفة القيم)



(ملحوظة)

كلما قلة R_{sh} ↓

كلما زاد مدى القياس ↑

$$V_m = I_m R_m$$

$$V_{sh} = I_{sh} R_{sh}$$

$$I_{sh} = I - I_m$$

$$I_m R_m = (I - I_m) R_{sh}$$

$$R_{sh} = \frac{I_m R_m}{I - I_m} = \frac{I_{fs} R_m}{I - I_{fs}} = \frac{1}{n - 1} R_m \qquad n = I/I_{fs}$$

$$I = \frac{I_m (R_m + R_{sh})}{R_{sh}}$$

R_{sh} ← مقدار المقاومة المراد توصيلها لقياس تيار اعلى من I_{fs} للجهاز

[illegible] مع I و R_m المقاومة الداخلية للجهاز

multiplying factor ← هو النسبة بين التيار الكلى المراد قياسه ومدى الجهاز I_{fs}

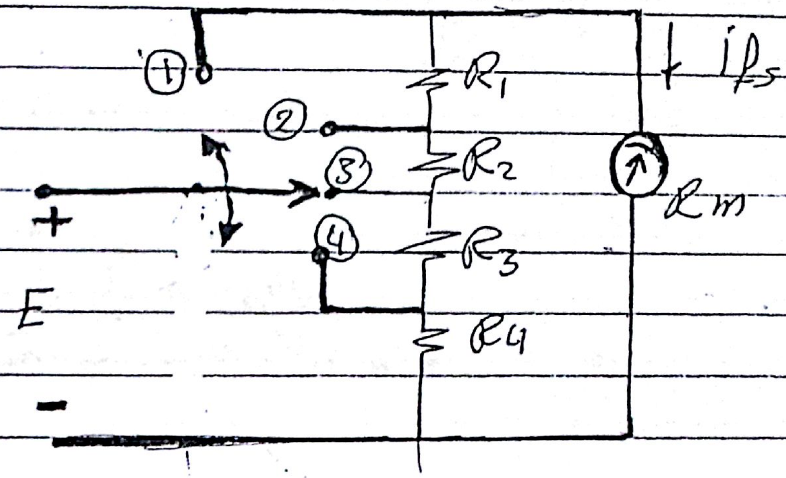
$$I / I_{fs} \leftarrow n$$

درجة الحرارة تؤثر على الجهاز من ناحية المواد المغناطيسية

ومرونة الزنبرك [illegible] (التراخي).

Ayrton shunt multipling ammeter :

في كل حالة من الأربع
حالات
يتم قياس تيار
مختلف.



Case 1 :

$(R_1+R_2+R_3+R_4)\,(I_1 - I_{fs}) = I_{fs}\,R_m$

$R_{sh} = \dfrac{I_{fs}\,R_m}{I_1 - I_f}$ $\qquad$ $R_{sh} = R_1+R_2+R_3+R_4$

Case 2 :

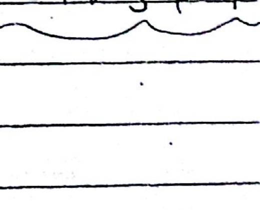
$(R_2+R_3+R_4)(I_2 - I_{fs}) = (R_1+R_m)\,I_{fs}$

$(R_2+R_3+R_4)\,I_2 - (R_2+R_3+R_4)\,I_{fs} = (R_1+R_m)\,I_{fs}$

$R_2+R_3+R_4 = \dfrac{I_{fs}\,(R_{sh}+R_m)}{I_2}$

Case 3 :

$R_3+R_4 = \dfrac{I_{fs}\,(R_{sh}+R_m)}{I_3}$



Case 4 :

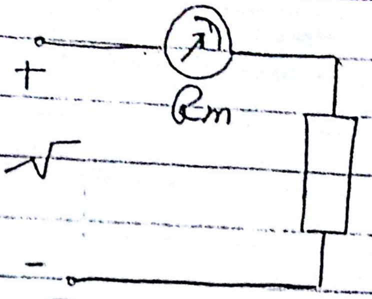
$R_4 = \dfrac{I_{fs}\,(R_{sh}+R_m)}{I_4}$

$I_4 \uparrow$. $\quad I_1 \downarrow$

Effect of ammeter insertion :

تأثير الأميتر بالدائرة

دخول الاميتر في الدائرة توالي



لابد ان تكون المقاومة الداخلية للجهاز صغيرة جداً حتى تقارب صفر

→ Ideal ammeter ←

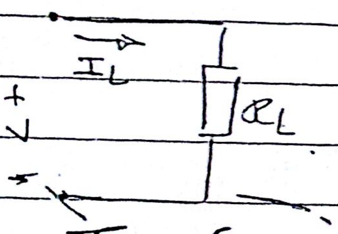
ولكن عادة تكون لها قيمة

تتسبب في خطأ بين قيمتين يمكن حسابها كالآتي

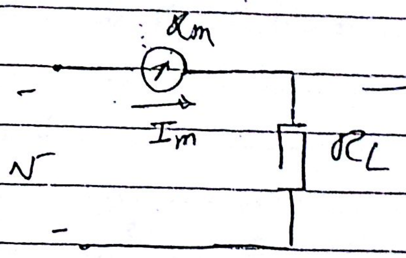
$$error = \frac{V}{R_L} - \frac{V}{R_L + R_m}$$

← كلما قلت R_m كلما قل الخطأ.

قبل الاميتر



بعد الاميتر



$$I_L = \frac{V}{R_L} \qquad I_m = \frac{V}{R_L + R_m}$$

$$error = I_L - I_m$$ الخطأ.

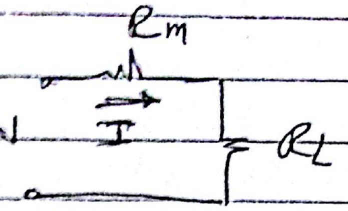
$$\frac{I_m}{I_L} = \frac{R_L}{R_L + R_m}$$ النسبة بين التيار المقاس والتيار الاصلي

M & N

Ex

$I_{fs} = 100\,A$ $R_m = 50\,\Omega$

$R_L = 500\,\Omega$ $V = 10\,V$



① I_m (R_m neglected)

$$I_m = \frac{V}{R_L} = \frac{10}{500} = 20\,mA$$

② I = ??

$$I = \frac{V}{R_L + R_m} = \frac{10}{550} = 18.18\,mA$$

③ Power dissipated in ammeter P_{dis} ammeter

$$P = (I)^2 R_m = (18.18)^2 * 50 = 16.5\ m\,watt$$

④ Power dissipated in load

$$P = (I)^2 R_L = (18.18 \times 10^{-3})^2 * 500 = 165.2\ m\,watt$$

*

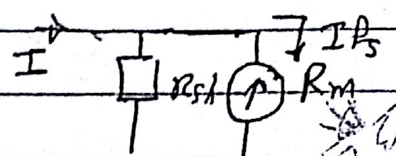
مسألة امتحان ← (الفاينل مهمة)

100 mA moving coil ammeter

$R_m = 800\,\Omega$ $R_{sh} = 0.8\,\Omega$

I_{max} max current

$$I_{fs} R_m = (I - I_{fs}) R_{sh}$$



$$I = \frac{I_{fs} R_m}{R_{sh}} + I_{fs} = \frac{100 * 800}{0.8} + 100$$



$$I_{max} = 100.1\ mA$$

* the moving - coil instrument as a voltmeter :

- استخدام (PMMC) كفولتميتر :

M.F.N

- The voltmeter is connected in parallel with the circuit.

- يتم توصيل الفولتميتر توازي بالدائرة.

- الجهاز يقرأ التيار I تدريج منتظم uniform scale

$I = \frac{V}{R}$

$V = I R$ ثابت

$V = \text{ثابت} * I$

يعني الجهاز بقيس التيار ويضرب في ثابت خاص بـ scale معين الجهاز

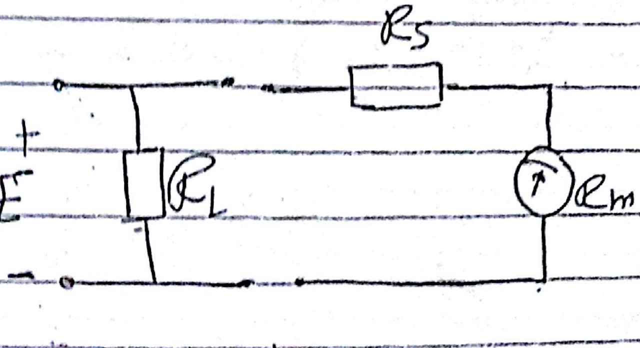
The Polarity is very important.

القطبية مهمة جداً جداً

لو القطبية معكوسة يقرأ سالب يعني يقرأ تحت صفر المؤشر

جهاز الفولتميتر يجب أن تكون مقاومته عالية جداً (∞)

Ideal voltmeter ←



← باستخدام مقاومة (Rs) series resistor

توصل توالي مع الجهاز لزيادة مقاومة

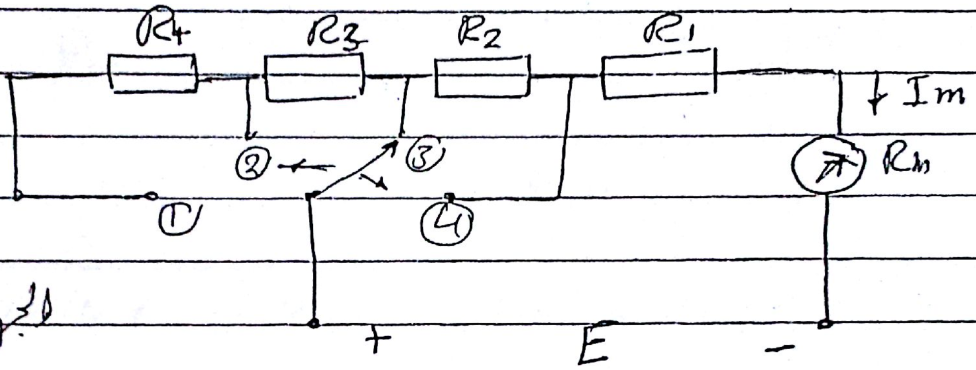
← كلما زادت Rs ↑ كلما قل الـ error ↓

الـ Rs ← very high resistor ←

* multi range of voltmeter :

- بتوصيل عدد من المقاومات توالي مع الجهاز
- بزيادة المقاومات يزيد المدى للجهاز

$R_3 < R_2 < R_1 < R_4$ مجموعتين من المقاومات توصل حسب الجهد المراد قياسه



$$E = I_m (R_m + R_s)$$

$$R_s = \frac{E}{I_m} - R_m$$

$R_s \rightarrow R_1 + R_2 + R_3 + \ldots$ حسب المقاومات المتصلة مع الجهاز

$$R_s = \frac{E - I_m R_m}{I_m} = \left(\left(\frac{E}{I_m}\right) - R_m\right)$$

$$R_s = \frac{1}{I_m} \text{Range} - R_m = S * \text{Rang} - R_m$$

$S \rightarrow$ sensitivity of ammeter $\frac{1}{I_{fs}}$

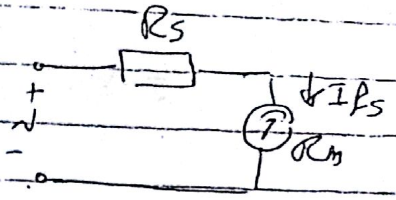
Range $\rightarrow E \rightarrow V_{fs}$

Ex:

PMMC full scale 100 μA $R_m = 1 k\Omega$ used volt meter. Determine multiplier resistor R_s ??
at

① 50 V

$$R_s = \frac{V}{I_m} - R_m$$



$$R_s = \frac{50}{100 \times 10^{-6}} - 1 \times 10^{3} = 499 \; k\Omega$$

— Calculated applied voltage when 0.8, 0.5, 0.2 full scale.

a) at 0.8 full scale

$$I = 0.8 * 100 = 80 \; \mu A$$

$$V = (R_s + R_m) \, I = (499 + 1) \, 80 = 40 \, V$$

b) at 0.5 full scale

$$I = 50 \; \mu A$$

$$V = (500 \times 10^{3})(50 \times 10^{-6}) = 25 \, V$$

c) at 0.2 full scale

$$I = 20 \; \mu A$$

$$V = (500)(20) \times 10^{-3} = 10 \; V$$

* معلومة كده للطالب. *

total resistor = $R_s + R_m$ = 500 kΩ

sensitivity "resistance Per Volt" = 500 / 50 = 10 kΩ/V

$$R_s = \frac{R_s}{V} * V.$$

* ohms - Per - Volt Rating : معدل الأوم / الفولت

- (تعتبر الحساسية لكل الشريحة (لكل المدى للجهاز))

$R_V = V_{fs} * \text{ohms - Per - Volt Rating}$

- R_V → Voltmeter resistor
- V_{fs} → full scale volt.

* Effect of Voltmeter in the circuit :

← تأثير الفولتميتر في الدائرة *

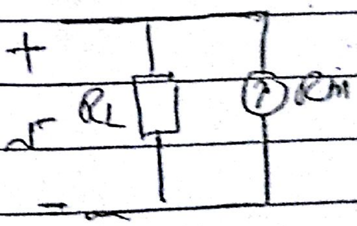
بدخول الفولتميتر الدائرة يعمل على زيادة التيار الكلي في الدائرة

(How) & (Why)

Voltmeter Connected Parallel

← التوصيل توازي يقلل المقاومة وبالتالي يزيد التيار الكلي

وبذلك يعمل Voltmeter بجذب التيار عليه وعلى الحمل



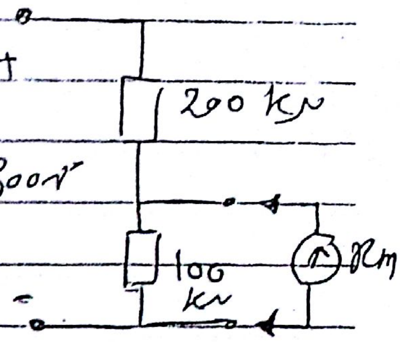
وبذلك يفضل أن تكون مقاومة الجهاز الداخلية عالية جداً high resistor.

لكي تشكل open c دائرة مفتوحة.

← حتى لا يحدث خطأ.

Ex PMMC voltmeter used to measure the volt across 100 kΩ. find reading volt meter and the percentage error if a 100 volt range sensitivity of 500 Ω/V and 10 kΩ/V

a) reading voltmeter:
at 500 Ω/V



first V ⇒ doth جهد الجهاز

$V_T = 300 \times \frac{100}{300} = 100\ V$

القيمة الحقيقية:

$S = 500\ \Omega/V = R_V / V_{FS}$

$R_V = S\, V_{FS} = 500 \times 100 = 50\ k\Omega$

$R_{eq} = 50 \parallel 100\ k\Omega = 33.3\ k\Omega$

$V_m = 300 \times \frac{33.33}{233.33} = 42.85\ V$

$\%\ error = \frac{V_m - V_T}{V_T} \times 100 = \frac{100 - 42.85}{100} \times 100 = 57.14\%$

at 10 kΩ/V

$S = 10\ k\Omega/V \quad R_V = S\,V_s = 1000\ k\Omega = 1M\Omega$

$R_{eq} = R_V \parallel 100 = 90.9\ k\Omega$

$V_m = 300 \times \frac{90.9}{290.9} = 93.75\ V$

$error\% = \frac{100 - 93.75}{100} \times 100 = 6.24\%$

Resistance measurements

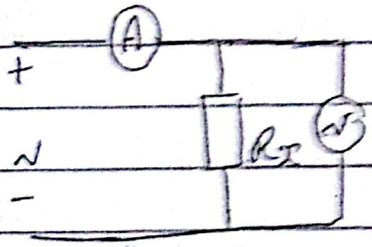
قياس المقاومة

1. Voltmeter ammeter method — طريقة الفولتميتر والأميتر
2. series ohmmeter.
3. shunt ohmmeter.
4. DC and AC bridges.

1 Voltmeter ammeter method:

يتم توصيل الأميتر والفولتميتر مع المقاومة.

$$R_x = \frac{V_m}{I_m}$$ ⟵ لقياس التيار Im والجهد Vm



يتم وضع voltmeter توازي مع Rx

يتم وضع ammeter توالي معهم.

تستخدم هذه الطريقة عندما

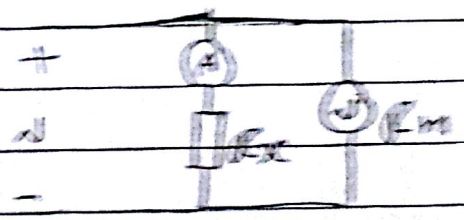
يكون الجهد small voltage

المقاومة Rx → small resistor

I → high current.

تستخدم لقياس المقاومات الصغيرة

Lower resistor ←



يتم وضع ammeter توالي مع Rx

ويتم وضع voltmeter توازي معهم.

تستخدم هذه الطريقة عندما

يكون التيار صغير I = small current

Rx → large resistor

V → high voltage

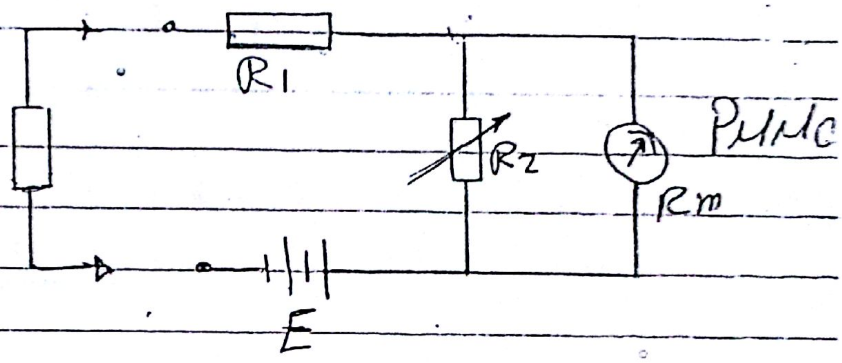
تستخدم لقياس المقاومات الكبيرة

High resistor.

M&N

② Series ohmeter :

يتم توصيل الجهاز
بالتوازي مع المقاومة
المراد قياسها
R_x



⊛ Components of series ohmmeter.

التركيب

1. PMMC.
2. R_2 → shunt resistor (Variable).
3. R_1 → Current limiting resistor.
4. E → Battery

⊛ Operation system.

التشغيل (عمل الجهاز)

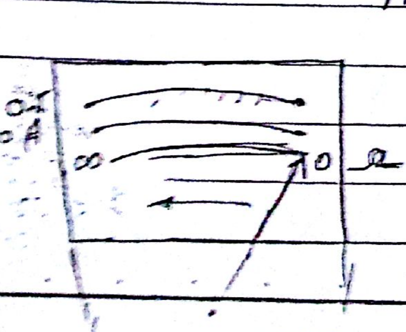
R_2 → used to for zero adjustment of indicating Pointer.

- تستخدم لضبط الصفر.
- الجهاز يقوم بقياس المقاومة بشكل مباشر باستخدام تيار صغير من خلال قياس المقاومة المطلوبة.

nonuniform scale.

- تدريج غير منتظم
- يعرض بالعكس التدريج

Display on a back off scale.



E

- يجب أن تكون بطارية معروفة القيمة.

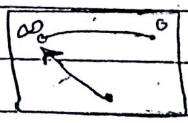
الجهاز يه E إذا قلت قيمتها يقل Dekkection وبالتالي يقرأ مقاومة أكبر

* —— *

① في حالة open circuit

$I = 0 \qquad R = \infty$

$$I = \frac{E}{(R_1 + R_x) + R_m // R_2}$$



$R_x = \infty \Rightarrow I = 0$

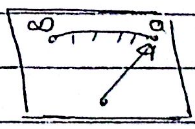
(اليسار)

② في حالة short circuit

$R = 0 \qquad I = \infty \longrightarrow I_{max}$

$$I_{max} = \frac{E}{(R_2 // R_m) + R_1}$$

(أقصى اليمين)



∞ في الجهاز تكون نقطة الاعتبار غير معلومة.

* —— *

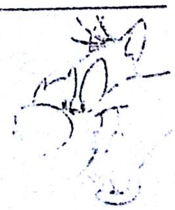
في التصميم يتم استخدام مقاومة تعرف بـ R_h

$R_h \rightarrow$ half of full scale resistor.

مقاومة منتصف التدريج

← في التصميم عاوز أعرف R_1, R_2

يستخدم أيضا بين المقاومات الصغيرة والمتوسطة



$$R_h = R_1 + \frac{R_2 R_m}{R_2 + R_m}$$

حفظ

$$R_1 = R_h - \frac{I_{fs} R_h R_m}{E}$$

لهم إثباته
لكن مش مطلوب

$$R_2 = \frac{I_{fs} R_m R_h}{E - I_{fs} R_h}$$

* ——— *

Ex $R_h = 2000\ \Omega$, $E = 3V$
$I_{fs} = 1mA$ $R_m = 100\ \Omega$

$R_1, R_2 = ??$

$$R_1 = R_h - \frac{I_{fs} R_m R_h}{E}$$

$$= 2000 - \frac{1 * 2 * 100}{3} = 1933.33\ \Omega$$

$1.93\ k\Omega$

$$R_2 = \frac{I_{fs} R_h R_m}{E - I_{fs} R_h} = \frac{1 * 2 * 100}{3 - 2} = 200\ \Omega$$

* ——— *

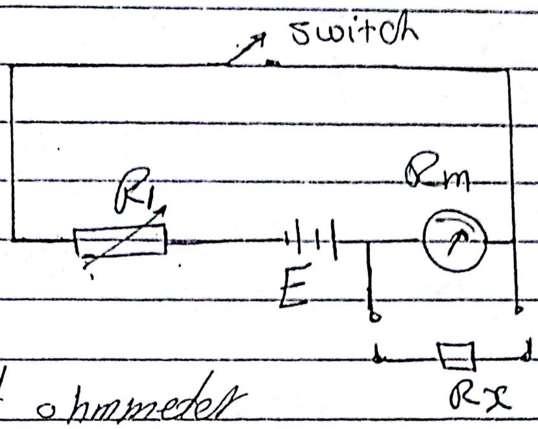
اتق الله

شكوت الى وكيع سوء حفظي فأرشدني الى ترك
المعاصي وقال لي ان العلم نور ونور الله لا يهدى
لعاصي...

M&N

Date: .... no: ....

③ Shunt ohmmeter :



Components of shunt ohmmeter

التركيب ←

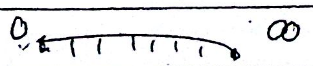
1- PMMC .
2- R_1 → variable resistor .
3- E Battery .
4- switch .

يتم توصيل المقاومة R_1 توالى مع البطارية
ومعهم المفتاح switch يتم فصل المفتاح في حالة عدم
القياس للحفاظ على البطارية من الانتهاء .

المقاومة المراد قياسها توصل توازى مع PMMC (الاميتر) .

كفاءة الجهاز عالية جداً في حالة قياس مقاومات صغيرة

تدريج منتظم uniform scale
وغير معكوس (زى الفولتميتر والاميتر) .



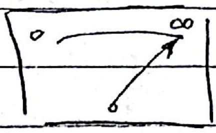


① في حالة open circuit

$R_x = \infty$

$$I = \frac{E}{R_m // R_x + R_1}$$

($R_x \to \infty$)

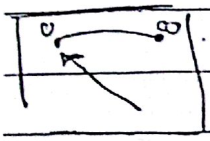


$$I_{open} = I_m = \frac{E}{R_m + R_1}$$

وبالتالي يمر تيار فيتم تغير المقاومة R_1 حتى يصل التيار بالمؤشر الى (∞) قيمة المقاومة I_∞

② في حالة short circuit :

$R = 0$



$$I_{short} = \frac{E}{R_1}$$

وبالتالي يمر تيار ولكن هذا التيار لا يساوي I_m لان الاميتر ammeter وبالتالي I_m = (0)

③ وضع مقاومة R_x

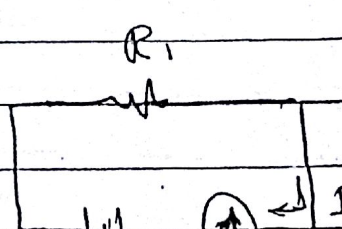
فيكون التيار المار في الدائرة قيمة بين الاثنين.
والتيار المار في الاميتر يتوقف على R_x

$I_m \propto R_x$

التصميم باستخدام مقاومة R_h

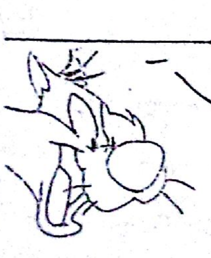
$$R_1 = \frac{E}{I_{fs}} - R_m$$

اولاً



حساب R_1

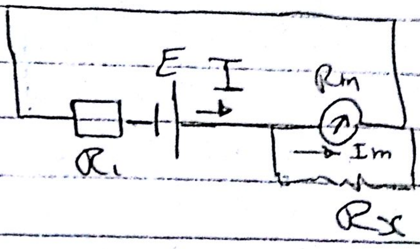
$$I_{fs} = \frac{E}{R_1 + R_m}$$



I_{fs} ← open حالة

ثانياً: حساب I_m

$$I_s = \frac{E}{R_1 + R_m // R_x}$$



$$I_m = I * \frac{R_x}{R_m + R_x}$$

$$I_m = \frac{E}{R_1 + \frac{R_m R_x}{R_m + R_x}} * \frac{R_x}{R_m + R_x}$$

$$I_m = \frac{E\,(R_x + R_m)}{R_1 (R_x + R_m) + R_x R_m} * \frac{R_x}{R_m + R_x}$$

$$I_m = \frac{E\,R_x}{R_1 R_x + R_1 R_m + R_x R_m} = \frac{E\,R_x}{R_x (R_1 + R_m) + R_1 R_m}$$

ثالثاً ايجاد R_h ← $0.5\, I_{fs}$

$$0.5\, I_{fs} = \frac{E\,R_h}{R_h (R_1 + R_m) + R_1 R_m}$$

$$I_{fs} = \frac{2\,E\,R_h}{R_h (R_1 + R_m) + R_1 R_m}$$

شيل I_m وعوض $I_{fs}/2$ و $R_x \leftarrow R_h$

Sensitivity $= S = \dfrac{I_m}{I_{fs}}$

$$S = \frac{\cancel{E} R_x}{R_x(R_1+R_m)+R_1R_m} \cdot \frac{R_h(R_1+R_m)+R_1R_m}{2\cancel{E}R_h}$$

$$R_h = \frac{R_1R_m}{R_1+R_m}$$

$$S = \frac{R_x}{R_x(R_1+R_m)+R_1R_m} \cdot \frac{\cancel{R_1R_m}}{\frac{\cancel{R_1R_m}}{R_1+R_m}}$$

$$S = \frac{R_x(R_1+\cancel{R_m})}{R_x(R_1+\cancel{R_m})+R_1R_m}$$

$R_1 \gg R_m$

$$S = \frac{R_x R_1}{R_1(R_x+R_m)} = \boxed{\frac{R_x}{R_m+R_x}}$$

M & N

Date:

يارب

Multimeter "AVO meter"

جهاز يستخدم لقياس الجهد والتيار والمقاومة.

يتم استخدام switch للتبديل بين الأوضاع المختلفة

تعتمد المقاومة على الجهد والتيار.

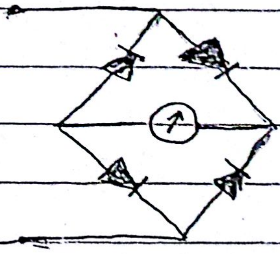
The moving coil rectifier instrument.

لقياس AC يتم عمل توحيد:

عن طريق bridge قنطرة التوحيد

← I_{av} يقرأ الجهاز

$I_{av} = 0.637\, I_m$ ($2/\pi$)

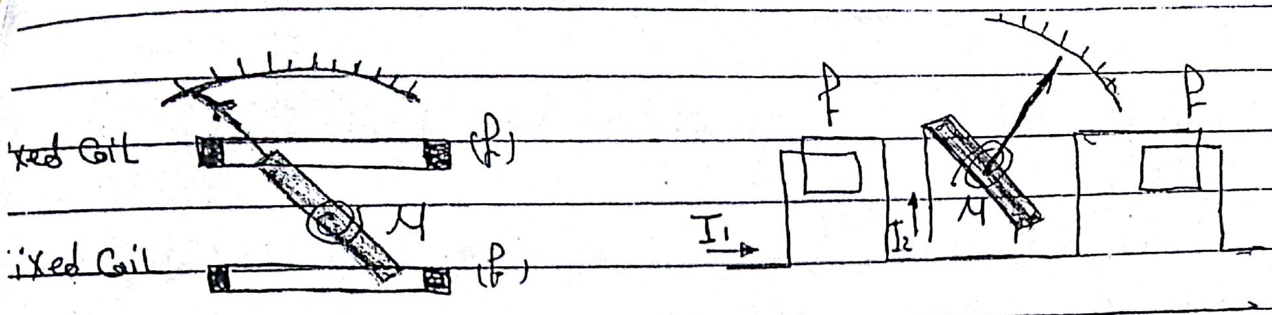


المطلوب $I_{rms} = 0.707\, I_m$ ($1/\sqrt{2}$)

bridge

نتيجة العلاقتين متقاربتين يتم تعديل scale للحصول على I_{rms} مباشرة

* Electrodynamic Instruments :



في الاجهزة الالكتروديناميكي (تعتمد على التيار مع الحركة)

- فكرة الدينامو . (الحركة المستمرة) .

- بها ملفين ثابتين Fixed Coil (F) . يمر بهما I_1
- بها ملف متحرك Moving Coil (M) يمر به I_2

- تعمل مع القيمة الفعالة rms وبالتالي تستخدم مع AC
- نوعية spring control . (تشترك للملف المتحرك M)
- المؤشر مثبت على Moving Coil (M) يتحرك على
- scale تدريج يكون non uniform scale تدريج غير منتظم

$T_{av} \propto I_1 I_2$

$T_{av} \rightarrow$ avarage Torque.

$$T_{av} = I_1 I_2 \cos\phi \frac{dM}{d\theta}$$

$M \rightarrow$ Mutual inductance

ϕ angle between two Current

$$T_{av} = T_c \qquad \theta . C = I_1 I_2 \cos\phi \frac{dM}{d\theta}$$

$$\theta = \frac{I_1 I_2}{C} \cos\phi \frac{dM}{d\theta}$$

advantages of elctrodynamics

مميزاته

Vary high accuracy

1. دقة عالية جداً
2. دقة في AC و DC.
3. air Core قلب هوائي لا يوجد مفاقيد مغناطيسية ولا تيارات دوامية
4. تخفيف الوزن بسبب air Core.
5. ~~[illegible]~~ او دقيق للقيم المنخفضة جداً ولا يهمه شكل الموجة wave form

Disadvantages

عيوبه

1. the have non-uniform scale تدريج غير خطي
   تدريجة غير منتظم
2. they have low senstivity حساسية اقل
3. High Power Consumption الطاقة المفقودة عالية
4. Vary expensive غالي الثمن

Notes

يمكن توصيل الملفات توالي او توازي
لقياس الجهد او التيار

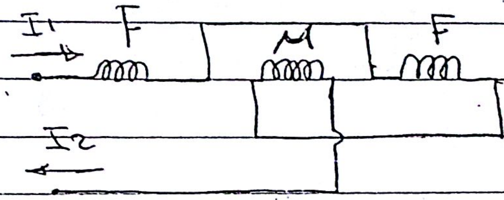
يمكن للجهاز ان يقيس الوات wattmeter
الملفات لا توصل توازي او توالي
[illegible] التيار والاثنين [illegible]

Electrodynamic instrument used as ammeter

استخدامه كأميتر

* يتم توصيل الملفات اما توالى او توازى.

A ← توصيل الملفات توالى — Connected series



فى هذه الحالة التيار الداخل يساوى الخارج

$I_1 = I_2$

$T \propto I^2$

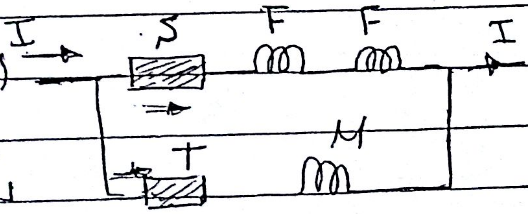
تدريج غير خطى.

- يفضل استخدامه فى قياس تيارات صغيرة.

used only for small current.

why ← لانه التوصيل توالى المقاومات تجمع (المقاومة تزيد).
التيار المار اقل.

B ← توصيل الملفات توازى — Connected Parallel



S&T → resistor (non inductive)

يتم توصيل الملفات توازى التيار يتجزئ

المقاومة الملفات اقل - لذلك تستخدم لقياس
تيارات عالية

Large current

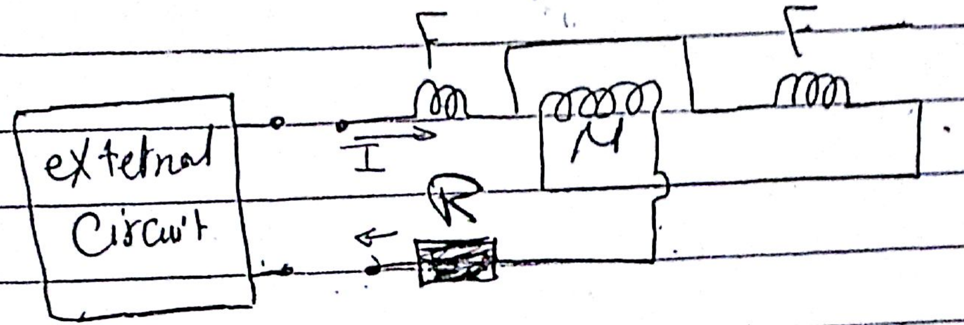
تصل الى 50A



Electrodynamics instrument used as a voltmeter

استخدامه كفولتميتر :

يتم توصيل الملفات توالى او توازى



يفضل توصيل الملفات توالى

لكى تزيد المقاومه الى الضعف

ويتم توصيل R مقاومه اخرى لزيادة مقاومه

الجهاز لكى يمر به اقل تيار ممكن

$$T \propto I^2$$

Scale not linear تدريج غير خطي.

Ch(4)
الجزء الثالث

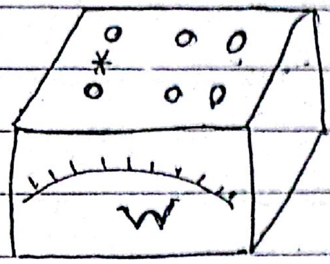
Date: .... No: ....

Electrodynamic instrument used as (wattmeter)

استخدامه كواتميتر. (واتميتر)

له اربعة اطراف ① قياس تيار ② قياس جهد
ونجد ان النقطة Common يوضع عندها * اى انه متصل بهم الاثنين

في Watt عند قياس الجهاز F.S قد
يحدث تلف للجهاز
ولكن يحدث تلف (حرق الجهاز) دون
الوصول لـ Full scale وذلك اعتمادا على
P.f معامل القدرة.

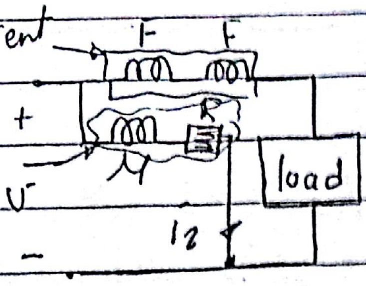


$$P = V I P_f$$

لذلك له rating للتيار والجهد والوات.

- يوجد ملف للتيار وملف للجهد - (ملف التيار توالي) (ملف الجهد توازي)

R. Internal resistor of M



$$T \alpha I_1 I_2$$

$$T = K I_1 I_2 = K I_1 \frac{V}{R}$$

$$T \alpha P$$

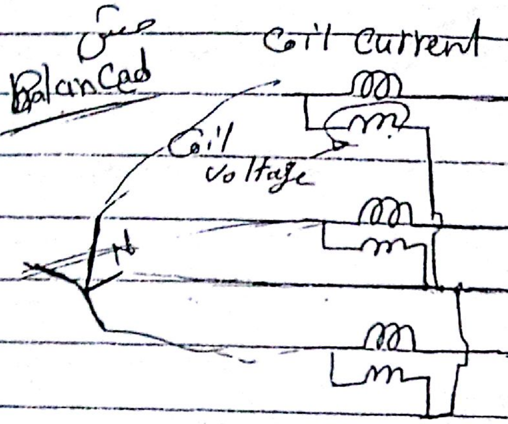
يستخدم لقياس Power في ac و DC

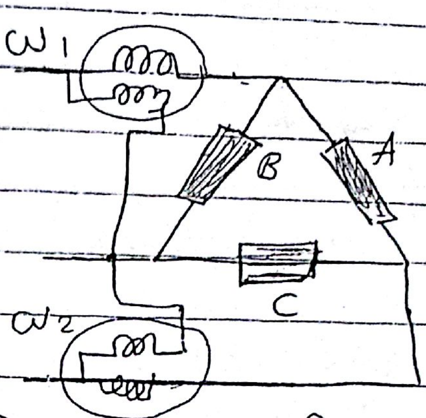
يستخدم لقياس Power في 3 Phase باستخدام 3 wattmeter

كيفية القياس 3P باستخدام واط ميتر 1P

ملف التيار يوصل في الخط

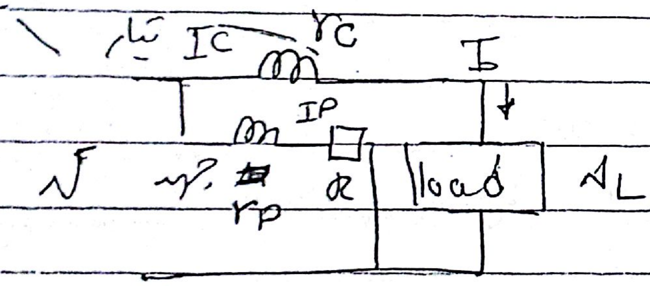
ملف الجهد يوصل بين الخط و nutral

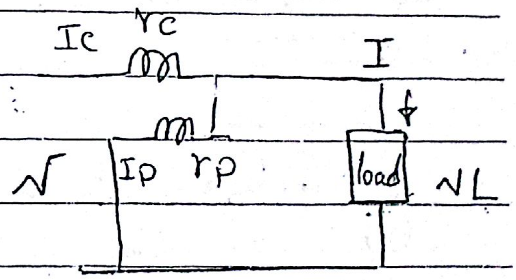




$P_t = P_1 + P_2 + P_3$

$P_t = P_{w_1} + P_{w_2}$





$I_c = I$	$V_p = V_L$
$V = V_p$	$V = I_c R_c + I_p r_p$
$\Rightarrow I_c R_c + V_L = I_p r_p$	$I_c = I + I_p$
Reading $\propto V_L I + r_c I_c^2$	Reading $\propto V_L I + I_p^2 r_p$
اذا كان التيار صغير	اذا كان الجهد كبير
$r_c = 0$	$R_p = \infty$

Thermocouple instrument

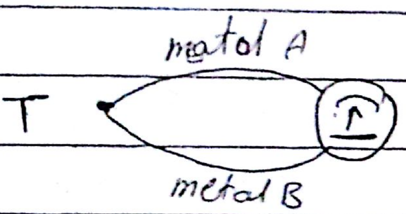
جهاز الازدواج الحراري.

- يتم قياس شدة الحرارة عن طريق الجهد (o.c) والتيار (S.C):

- هذا النوع يعمل على قياس التيار أياً كانت قيمته او شكله.

يعتمد على القيمة rms

rms ← قيمة التيار الـ dc التي اذا مرت في الدائرة احدثت نفس التيار الذي تحدثه الموجة الاصلية.



مميزاته ←

1- تستخدم في AC ، DC
2- لا تعتمد على التردد ولا شكل الموجة wave.
3- مدى القياس كبير

عيوبه ←

تتأثر بدرجة حرارة الوسط المحيط (تؤثر على القراءة)
Ambient Temperature.



* Energy meters: الطاقة

Eergy is the Time integral of electrical Power

energy → watt hour

الطاقة ← وات ساعة

معدل نقل القدرة بالنسبة للزمن،

(Kwh) مثل العداد.

* سرعته تتوقف على القدرة.

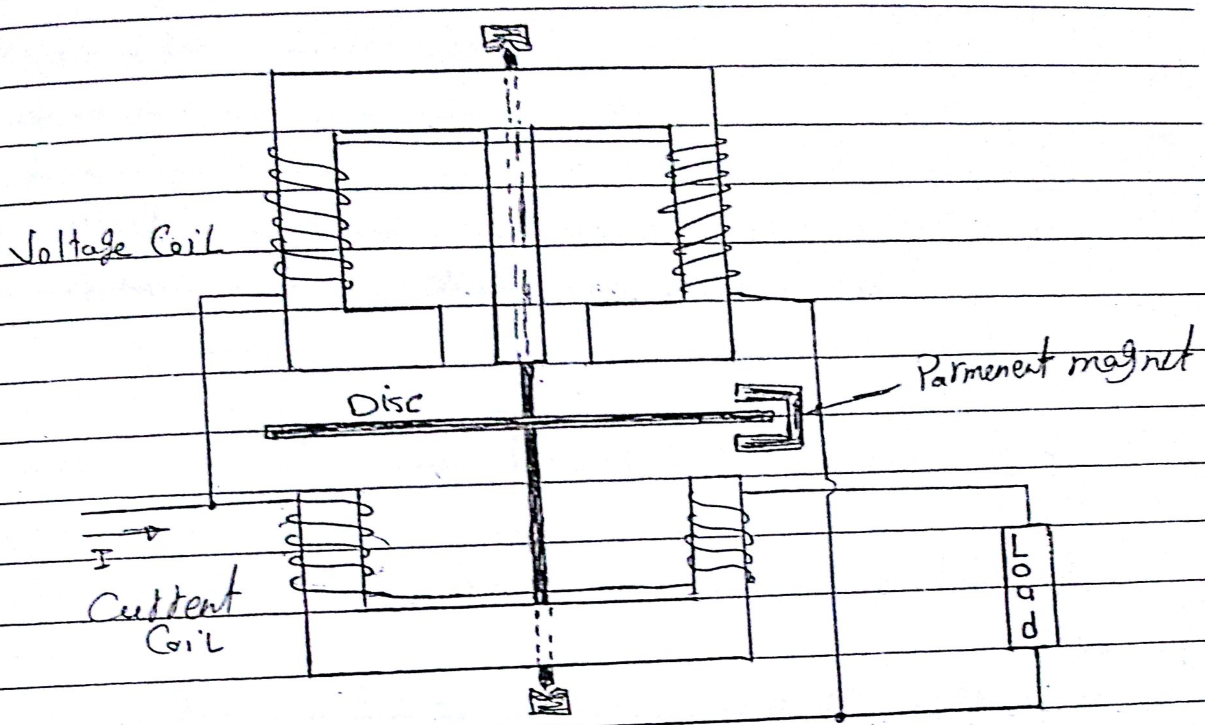
* عدد اللفات يتوقف على الزمن.

Pt → يأخذ من الحساب اتوماتيكيا

Components of watt-hour meter ← مكوناته

1. two Core L & E
2. two Coil (current Coil & voltage Coil)
3. Disc (made of alumonum
4. Permanent magnet

Date: ________ no: ________



→ Operation ← العمل

two fluxes ← two Current ← two Coil

Flux ← من ملف التيار

Flux ← من ملف الجهد

rotate Disc ← Torque ← fluxes and eddy Current

الفيض والتيار الدوامي يسببان عزم يعمل على دوران القرص

مثبت على القرص او محور الدوران لتسجيل القراءة

$T_r = K\, I_1 I_2 \sin\theta_{12}$

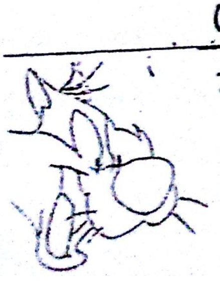
ϕ ← الزاوية بين الجهد والتيار

$T_r = C\, K\, I V \cos\phi$ $\quad C \Rightarrow \frac{1}{Z}$

Inductance

$\frac{W}{t} \propto I V \cos\phi \quad P \quad * t$

$W \propto$ Energy



M.N

Date: ________ no: ________

Moving Iron Instruments

* ~~~~~~~~~~~~~~~~ *

هو جهاز القياس الذى يعتمد على التفاعل بين المجال المغناطيسى و ferro magnetic material core مادة حديدية مغناطيسية

تفاعل بين magnetic field and ferromagnetic material core.

- المجال المغناطيسى يتناسب مع الكمية المقاسة.

- التيار المراد قياسه يمر فى ملف ينشأ عنه مجال يجذب القطعة من مادة ferro

- هنا الملف ثابت والمتحرك قطعة حديد.
- العزم يتناسب مع مربع التيار $T \alpha i^2$
- spring تستخدم لانتاج عزم معاكس يتناسب مع زاوية الدوران.

- المؤشر يتوقف عن الحركة فى steady state عندما يكون العزم والعزم المعاكس للدوران متساويان

- عند عكس المجال لا ينعكس اتجاه التيار.

- تظل تجذب قطعة الحديد مهما تغير القطبية او الاتجاه لان خطوط المجال دائماً تحاول تقليل الفجوة الهوائية فتجذب دائماً القطعة الحديدية.

- يستخدم مع AC و DC لان القطبية غير مهمة.

$T \alpha i^2$ ، $T \alpha I (H)$ ∴ مجال $\frac{Ni}{L}$ ثابت

∴ التدريج غير منتظم.

- Moving Iron Voltmeter ← ملف الجهد يوصل بالتوازي بالدائرة

- Moving Iron Ammeter ← ملف التيار يوصل توالي بالدائرة

- Moving Iron دقيق عند تردد 50 HZ .

غير دقيق في DC

- why

لان في حالة DC يعمل على المغنطة ولكن يتبقى جزء من المغنطة لا يتم ازالته فتكون هناك خطأ في القياس ويكون قيمة ثابتة.

ولذلك يكون AC لان AC دوره كامله فتزيل المغنطة وتتغير.

- Construction of Moving Iron Instruments

تركيبة

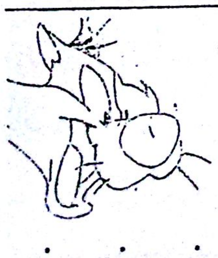
① Moving element جزء متحرك

(Iron) قطعة حديد يطوع لاتجاه مجال ممغنطة

② Stationary Coil (fixed) ملف لانشاء المجال المغناطيسي

③ قطعة حديد من نفس القطعية (في المجال المغناطيسي فقط)

④ Air damping Torque



⑤ spring or gravity Control Torque.

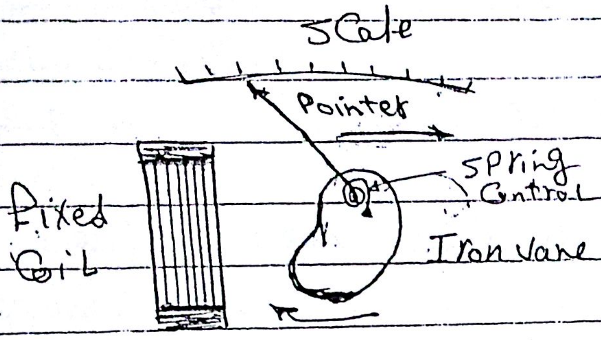
M I N

Types of Moving iron Instruments

أنواعه

[1] Attraction (or single-iron) type

- النوع التجاذبي او ذو القطعة الواحدة.



يعتمد على مرور التيار في الملف الثابت فينشأ مجال مغناطيسي يعمل على مغنطة الحديد المتحرك فيجذبه ناحيته

- وبذلك يتحرك المؤشر على التدريج.

$T = T_c$ Stedy state

$T \propto I_{rms} H \Rightarrow T \propto I_{rms}^2$

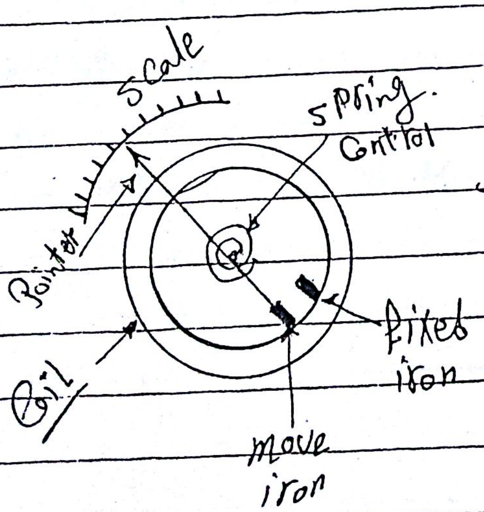
$T_c = c\theta \quad T_c \propto \theta$

$\boxed{\theta \propto I_{rms}^2}$

* *

[2] RePulsion (double iron) Type

- النوع التنافري او ذو القطعتين.



يتكون من ملف يعمل على مغنطة قطعتين حديد إحداهما ثابت والأخرى متحركة مثبتة معها مؤشر يتحرك على scale

- القطعتين الحديد يتم مغنطتهم بنفس القطبية فيتنافران فيعمل على تحريك المؤشر على scale

- استخدامه اكثر (الملف عدد لفاته كثير) او فولتميتر (الملف عدد لفاته كثيرة)

R ↑ A R ↓

Date: ________ no: ________

advantages

مميزاته

(Cheap & robust)

① رخيص ومتين (يتحمل الفترات طويلة بدون مشاكل).

② تصميم بسيط.

③ يستخدم ل DC ، AC

④ سهولة تغير الـ range عن طريق تغير عدد لفات الملف

- زيادة عدد اللفات الملف التيار يزيد اربعة اضعاف.

Disadvantages

عيوبه

① - استهلاك طاقة اكبر (0.1 → 1 VA)

② يوجد خطأ كبير في قياس dc.

③ small sensitivity حساس أقل مقارنة بالاجهزة الاخرى Moving Coil.

④ تدريج غير منتظم

non uniform scale



Comparing between
Moving Coile & Moving iron & Moving Coil rectifier

[1] suitability for measurement

Moving Coil	Moving Iron	Moving Coil Rect
Direct Current and voltage	Direct Current and voltage	in Direct Current and voltage reading (average)

[2] scale

Moving Coil	Moving Iron	Moving Coil Rect
Linear	Non linear	Linear

[3] Method of Control

Moving Coil	Moving Iron	Moving Coil Rect
Hiarsprings	Hiarsprings	Hiarsprings

[4] Method of damping

Moving Coil	Moving Iron	Moving Coil Rect
eddy current	Air damping	eddy current

[5] Frequency limits

Moving Coil	Moving Iron	Moving Coil Rect
dC	20 - 100 HZ 50 HZ (S)	20 - 100 HZ

6 Advantages and Disadvantages

Moving Coil	Moving Iron	Moving Coil Rectifier
very low Power	- High Power	lower Power
High accuracy and senstivity	- small senstivity	High senstivity
		linear scale
linear scale	- non linear	
- expensive	cheap and robust رخيص متين	expensive
DC only	- AC and DC	AC
need Calibration	need Calibration	need Calibration
- معقد التركيب	بسيط التركيب	معقد التركيب

Moving Coil	electrodynamic
uniform scale	non uniform scale
very low Power	high Power
ثقيل الوزن	خفيف الوزن
dc	AC, dc
المكلفة	يمكن تغيا بوالتا
high senstivity	high accuracy
& accurracy	low senstivity
expensive	expensive
[illegible]	need Calibration



Date: V

ch. 5

DC and AC bridges

تندرج تحت بند قياس المقاومة (الطريقة الرابعة)

تتمكن الـ bridges من قياس كل المكونات

- all electric Components (inductor, Resistor, Capacitor).

أدق الطرق ميكانزيك لأن عيوب كثيرة من الطرق السابقة.

- أحسن طريقة للتحويل بين Impedance & Voltage

لما يكون مقاومة تكافؤ جهد صفر.

Bridges have four arms

القنطرة عبارة عن أربعة أفرع (أذرع) كل فرع مختلف أو متشابه في Components.

Source between two arms

Voltmeter or ameter between two arms.

تستخدم مع DC, AC

DC bridges → measured only resistor

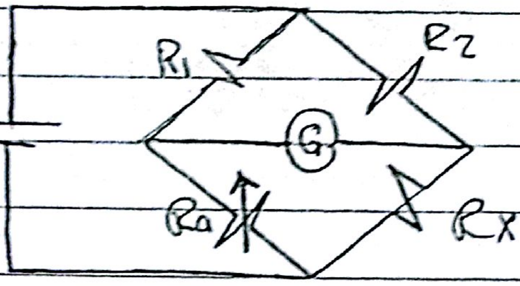
مقاومة فقط في DC

AC bridges → measured Inductance, Capacitance and resistor.

1- DC bridges

[I] Wheatstone bridge

R_1, R_2 — مقاومات معلومة
R_a — مقاومة متغيرة
R_x — المقاومة المجهولة



تستخدم في قياس المقاومات الكبيرة
large resistor

لا تفضل في قياس المقاومات الصغيرة بسبب مقاومة الاسلاك

at balanced $G \to 0$ zero

$$\frac{R_1}{R_a} = \frac{R_2}{R_x}$$

$$R_x = \frac{R_2 R_a}{R_1}$$

High accuracy → 99.5%

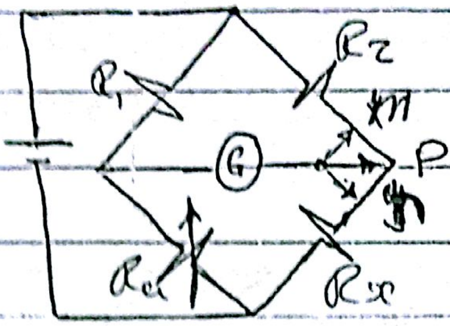
- الأخطاء من wheatstone bridge

(1) - خطأ صغير جداً في الثلاث مقاومات.
(2) - خطأ صغير جداً في حساسية G
(3) تأثير درجة الحرارة على المقاومات الثلاث ولكن لا تأثير ارتفاعها على R_x حيث يقل هذا التأثير بنسبة كبيرة
(4) مقاومة اسلاك التوصيل تعمل خطأ ولكن يهمل في قياس المقاومة الكبيرة



(2) Kelvin bridge

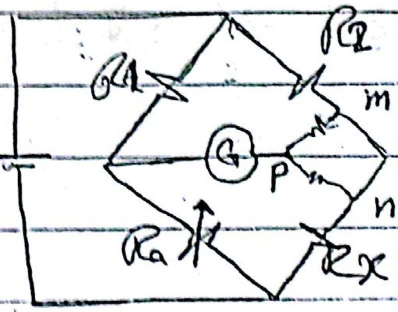
في تلك القنطرة تهمل مقاومة الاسلاك في الاعتبار لانها تعمل على قياس المقاومة المنخفضة الصغيرة.



at balanced

$$\frac{R_1}{R_a} = \frac{R_2}{R_x} = \frac{R_{mp}}{R_{np}}$$

$$R_x = \frac{R_2 R_a}{R_1}$$



ثم حساب

$$\frac{R_1}{R_a} = \frac{R_{mp}}{R_{np}}$$

ثم حساب

$$\frac{R_1}{R_a} = \frac{R_2}{R_x}$$ balanced

$$R_x = \frac{R_2 R_a}{R_1}$$

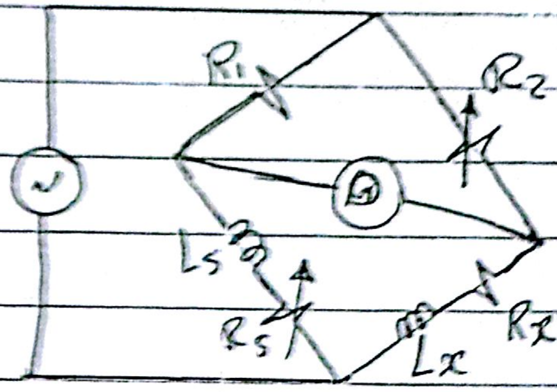
تستخدم في قياس المقاومة الصغيرة جدا بدقة عالية

2- AC bridges

[1] Inductive Comparsion bridge "simple Maxwell bridge"

R_s، R_1، R_2، L_s معلومين

تستخدم لقياس الحث الغير معلوم
المتغير على ملفات.



يتم تغيير R_2، R_s حتى تحدث
balanced

$$R_1 (R_x + j\omega L_x) = R_2 (R_s + j\omega L_s)$$

$$R_1 R_x + R_1 j\omega L_x = R_2 R_s + R_2 j\omega L_s$$

$$R_1 R_x = R_2 R_s$$

$$R_x = \frac{R_2 R_s}{R_1}$$

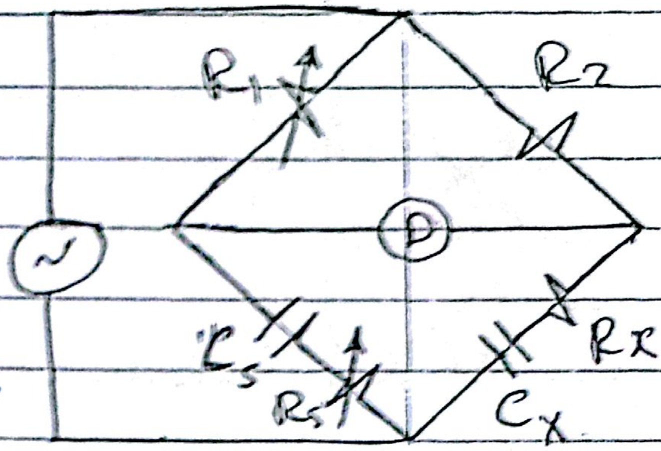
$$j\omega R_1 L_x = j\omega R_2 L_s$$

$$L_x = \frac{R_2}{R_1} L_s$$

وبذلك تم تعيين قيم L_x، R_x.

2 Capacitance Comparison bridge

تستخدم لقياس القيم الغير معلومة لـ
Capacitance تحتوي على Impedance



C_x و R_x مجهولين

نعمل اتزان في القنطرة.

$$Z_1 = R_1 \quad \& \quad Z_2 = R_2$$

$$Z_s = R_s - \frac{J}{\omega C_s} \quad \& \quad Z_x = R_x - \frac{J}{\omega C_x}$$

balanced.

$$\omega = 2\pi f$$

$$Z_1 Z_x = Z_2 Z_s$$

$$R_1 \left(R_x - \frac{J}{\omega C_x} \right) = R_2 \left(R_s - \frac{J}{\omega C_s} \right)$$

$$R_1 R_x - \frac{J R_1}{\omega C_x} = R_2 R_s - \frac{J R_2}{\omega C_s}$$

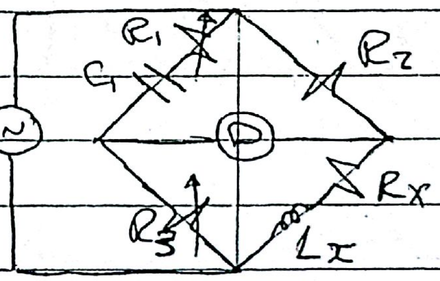
$$R_1 R_x = R_2 R_s \Rightarrow R_x = \frac{R_2 R_s}{R_1}$$

$$\frac{J R_1}{\omega C_x} = \frac{J R_2}{\omega C_s} \Rightarrow C_x = \frac{R_1}{R_2} C_s$$

③ Hay bridge

M&N

it is used to measure the resistance and Inductance of a coil having a very high ($\omega L/R$) Ratio



$\frac{\omega L}{R} \gg$ very High

balanced

$Z_1 = R_1 - \frac{J}{\omega C_1}$ & $Z_2 = R_2$ & $Z_3 = R_3$

$Z_x = R_x + J\omega L_x$

$Z_1 Z_x = Z_2 Z_3$

$(R_1 - \frac{J}{\omega C_1})(R_x + J\omega L_x) = R_2 R_3$

$R_1 R_x + J\omega R_1 L_x - \frac{J R_x}{\omega C_1} + \frac{L_x}{C_1} = R_2 R_3$

$R_1 R_x + \frac{L_x}{C_1} = R_2 R_3$ ①

$J\omega R_1 L_x - \frac{J R_x}{\omega C_1} = 0$

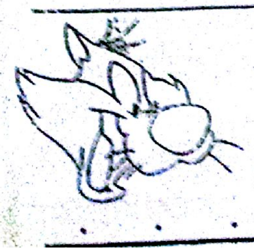
نحل ① ، ② لإيجاد

$\omega R_1 L_x = \frac{R_x}{\omega C_1}$

R_x

L_x

$L_x = \frac{R_x}{\omega^2 R_1 C_1}$ ②

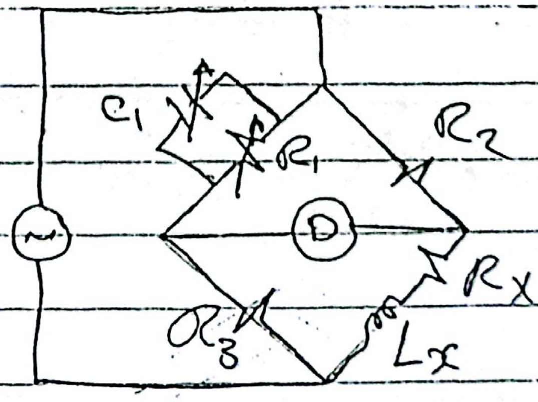


آخر شغل 22/1/8

④ **Maxwell Wien bridge**

It is used to Measure the resistance and Inductance for coil having low or medium $\frac{\omega L}{R}$ ratio

$\frac{\omega L}{R} \lll low$



at balanced

$Z_1 Z_x = Z_2 Z_3$

$Z_x = (Z_2 Z_3) Y_1$

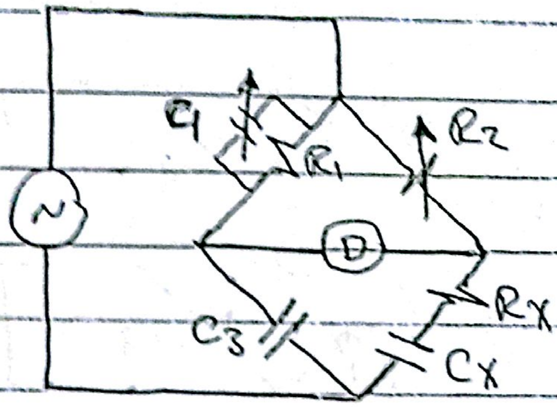
$Y_1 = \frac{1}{R_1} + j\omega C_1$ & $Z_2 = R_2$ & $Z_3 = R_3$

$Z_x = R_x + j\omega L_x$

$R_x + j\omega L_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} + j\omega R_2 R_3 C_1$

$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1}$ $\quad$ $L_x = R_2 R_3 C_1$

5 Schering bridge



it is used measure Capacitance and equivalent resistance of Capacitance

يمكن استخدام ايضا في
Power factor

طاعو عبارز

at balanced

$Z_x = R_x - \frac{J}{\omega C_x}$ $\quad Z_2 = R_2 \quad Z_3 = \frac{-J}{\omega C_3}$

$Y_1 = \frac{1}{R_1} + J\omega C_1$

$Z_x = Z_2 Z_3 Y_1$

$R_x - \frac{J}{\omega C_x} = \frac{-J R_2}{\omega C_3}\left(\frac{1}{R_1} + J\omega C_1\right)$

$R_x - \frac{J}{\omega C_x} = \frac{-J R_2}{\omega R_1 C_3} + \frac{R_2 C_1}{C_3}$

$R_x = \frac{C_1}{C_3} R_2$

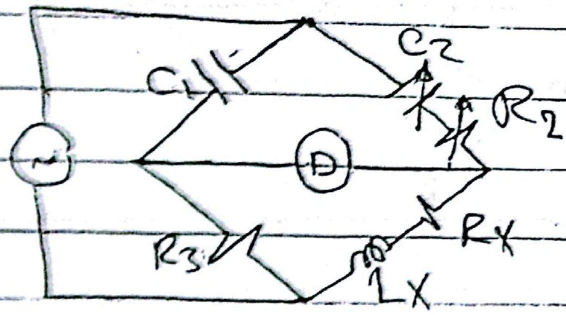
$\frac{1}{C_x} = \frac{R_2}{R_1 C_3}$

$C_x = \frac{R_1}{R_2} C_3$

(6) owen bridge

M & N

تستخدم لقياس
قيمة عالية جداً من
الـ L



large value of Inductance

L_X عالية جداً ←

at balanced

$$Z_1 = \frac{-J}{\omega C_1} \quad \& \quad Z_2 = R_2 - \frac{J}{\omega C_2}$$

$$Z_3 = R_3 \quad \& \quad Z_X = R_X + J\omega L_X$$

$$Z_1 Z_X = Z_2 Z_3$$

$$\frac{-J}{\omega C_1}(R_X + J\omega L_X) = R_3\left(R_2 - \frac{J}{\omega C_2}\right)$$

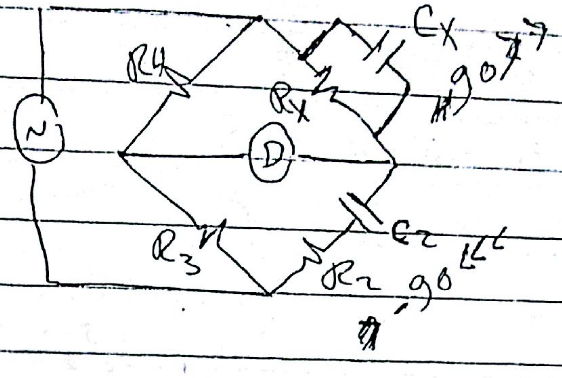
$$\frac{-J R_X}{\omega C_1} + \frac{L_X}{C_1} = R_3 R_2 - \frac{J R_3}{\omega C_2}$$

$$\boxed{L_X = R_2 R_3 C_1}$$

$$\frac{R_X}{C_1} = \frac{R_3}{C_2} \qquad \boxed{R_X = \frac{R_3 C_1}{C_2}}$$

Ex

(a) Derive the balance equations



at balanced

$$Z_2 = R_2 - \frac{J}{\omega C_2}$$

$$Z_3 = R_3 \qquad Z_4 = R_4$$

$$Y_x = \frac{1}{R_x} + J\omega C_x$$

$$Z_x Z_3 = Z_4 Z_2$$

$$\frac{1}{Y_x} = Z_x = \frac{Z_4 Z_2}{Z_3} \qquad Y_x = \frac{Z_3}{Z_4 Z_2}$$

$$\frac{1}{R_x} + J\omega C_x = \frac{R_3}{R_4\left(R_2 - \frac{J}{\omega C_2}\right)}$$

$$\frac{1}{R_x} + J\omega C_x = \frac{R_3}{\left(R_2 R_4 - \frac{J R_4}{\omega C_2}\right)} \times \frac{R_2 + \frac{J}{\omega C_2}}{R_2 + \frac{J}{\omega C_2}}$$

$$\frac{1}{R_x} + J\omega C_x = \frac{R_3 \left(R_2 + J/\omega C_2\right)}{R_4\left(R_2^2 + \frac{1}{\omega^2 C_2^2}\right)}$$



$$\frac{1}{R_x} + J\omega C_x = \frac{R_2 R_3}{R_4\left(R_2^2 + \frac{1}{\omega^2 C_2^2}\right)} + \frac{J R_3}{\omega C_2} \Big/ R_4 (R_2^2 + \ldots)$$

$$\frac{1}{R_X} = \frac{R_2 R_3}{R_4\left(R_2^2 + \frac{1}{\omega^2 C_2^2}\right)} = \frac{R_2 R_3 (\omega^2 C_2^2)}{R_4 (R_2^2 \omega^2 C_2^2 + 1)}$$

$$R_X = \frac{R_4 (1 + R_2^2 \omega^2 C_2^2)}{R_2 R_3 (\omega^2 C_2^2)}$$

$$J\omega C_X = \frac{(J R_3 / \omega C_2)\, \omega^2 C_2^2}{R_4 (1 + R_2^2 \omega^2 C_2^2)}$$

$$C_X = \frac{R_3 C_2}{R_4 (1 + R_2^2 \omega^2 C_2^2)}$$

(b) $R_3 = R_4$, $C_2 = 0.2\,\mu f$, $R_2 = 2.5\,k\Omega$

$F = 1\,kHz$ R_X , C_X

$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 1000 = 6283.18$ rad/sec

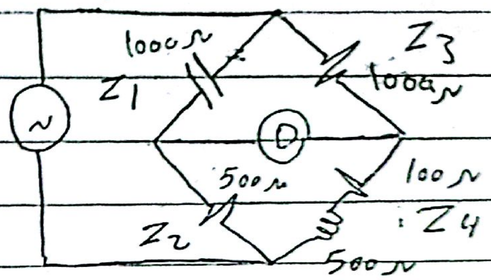
$$R_X = \frac{(1 + (2500)^2 (6283.18)^2 (0.2 \times 10^{-6})^2)}{2500 (6283.18)^2 (0.2 \times 10^{-6})^2} = 10.86$$

$R_X = 2.75\ k\Omega$

$$C_X = \frac{0.2 \times 10^{-6}}{1 + (2500)^2 (6283.18)^2 (0.2 \times 10^{-6})^2} = 0.0018\ \mu f$$

Ex مهم

For the bridge shown in the figure examine for the bridge balance, If the bridge is not balanced, suggest different modifications to restore balanced



at balanced

فرض

$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$

$Z_1 = 1000 \angle -90$

$Z_2 = 500\ \Omega \quad Z_3 = 1000\ \Omega$

$Z_4 = 100 + J500 = 509.9 \angle 78.3$

من المعادلات

$Z_1 Z_4 = \square \angle -78.69$

لا يحقق الاتزان

$Z_2 Z_3 = \square \angle 0$

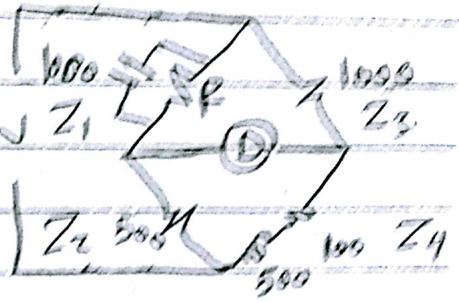
bridge not balanced !!

اما توصيل مقاومه توازى مع المكثف لـ Z_1
لتقليل الزاويه الى 78.3

اما توصيل مكثف توالى مع المقاومة Z_2 لزيادة
زاويه الى 78.3

II Parallel resister at Z_1

~~Maxwell~~ wien bridge



$$Z_1 = \frac{Z_2 Z_3}{Z_4}$$

$$Y_1 = \frac{Z_4}{Z_2 Z_3}$$

$$\frac{1}{1000}\angle -90 + \frac{1}{R} = \frac{1000 * 500}{100 + J500}$$

$$\frac{1}{R_1} + J\omega C_1 = \frac{R_4 + J\omega L_4}{R_2 R_3}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{R_4}{R_2 R_3}$$

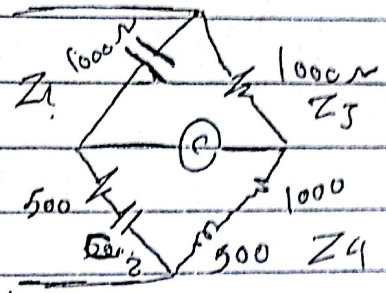
$$R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4} = \frac{1000 * 500}{100} = 5\,k\Omega$$

$$Z_4 = Z_2 Z_3 Y_1$$

$$100 + J500 = \frac{500000}{R_1} + J\,1000 * \frac{500000}{500}$$

③ – Capacitance series at Z_2

owen bridge



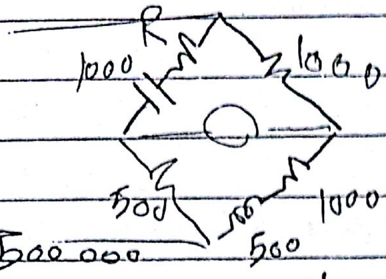
$$Z_2 = \frac{Z_1 Z_4}{Z_3}$$

$$500 - J X_{C_2} = \frac{-J 1000 \angle -90 \, (100 + J500)}{1000}$$

$$500 - J X_C = \frac{-J 1000 \times 100 + 500 \times 1000}{1000}$$

$$\Rightarrow J X_C = -J 100$$

$$X_C = 100 \Omega$$



Hay Bridge

$$(1000 + J500) \cdot (R - J1000) = 500000$$

$$= 1000 \times 500$$

$$R = \frac{1000}{1000} \times 500 = 500 \Omega$$

$$1000 R + 500000 = 500000$$

TRANSDUCERS

محول الطاقة

Definition :-

any electric or electronic device, which converts variations in one energy form, or any measurable energy into a corresponding electrical one or vice versa.

- input singal or energy → [Transducer] → output singal or energy

تعريفة :- اي جهاز كهربي او الكتروني يحول صورة من صور الطاقة او كمية مقاسة الى صورة كهربية والعكس .

—— * —— * ——

مواصفات اساسيات a Transducer :

① input Transducer :- الهدف منه عملية قياس الدخل وله مدى واسع من الحرارة أو تأثيرات كيميائية وفيزيائية .

② output Transducer :- تهتم لكي تعمل على التأثير الأولي Endeffect (حركة غالباً) مثل فتح صمام او انحراف مؤشر تحكم .
تحتاج قدرة عالية high power level .

—— * —— * ——

sensor :- حساس .

اذا كان الـ Transducer يحول الطاقة
ويركز كما هي يسمى باسم sensor .



حساس لكمية معينة ونبني عليها رد فعل .

مثال . Microphones

يحول موجة الصوت الى إشارة
كهربية تنتقل في الاسلاك
ثم الاشارة تتحول الى صوت اخرى

Pressure sensor :

يحول القوة الفيزيائية الى analog reading
(قراءة .)

Transducer يمكن ان يحتاج الى مرحلة وسيطة في عملية التحويل
تسمى (intermediate) مرحلة وسيطة .
يمكن ان تحتوي على
mechanical or magnetic forms .

* ———— *

Transducer requirements .

متطلبات المحول

بعض
- الشروط الواجب توافرها في Transducer لأداء وظيفته .

① High sensitivity .
حساسية عالية .

② Linearity
خطية :

علاقة خطية بين الدخل والخرج ليسهل
الحصول على القياس (تشغيل خطي) .

(اذا ضاعف الدخل يتضاعف الخرج) .

- wide range of measurement. ③
حدى قياس واسع .

- High stability with time ④
القراءة ثابتة مع الزمن .

- High output signal quality. ⑤
جودة الخرج العالية .
(لعدم وجود تشويش في إشارة الخرج) .

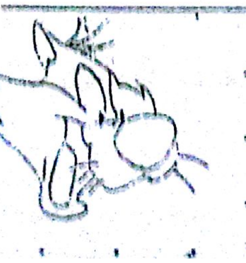
- suitability for mounting method. ⑥
مناسب لطرق المراقبة (الالتصاق) .

- good dynamic response. ⑦
أداء ديناميكي جيد .
- لو إشارة الدخل تتغير
  - تغير معها إشارة الخرج بسرعة .
  - تتغير مع الوقت تغير الخرج .

- No residual deformation ⑧
لا يوجد تشكيل متبقي .
(لا يظل به تأثير من الحالة السابقة)

- High reliability. ⑨
عالي التحمل .
(يتحمل لفترة طويلة) يعتمد عليه (لا يعطل بسرعة)

- low Prices ⑩
رخيص (أهم ميزة يجب توافرها) .



تنوعات الـ Transducer

① External . "Passive" إضافي
② Internal . "active" داخلي

Externally :

- يحتاج إلى مصدر خارجي للتغذية
- Need external source to operate.

- resistive Transducer

أكثر أنواع الـ Transducer استخداماً (الترويج).

* كمية فيزيائية تتغير فإن المقاومة تتغير

تتغير المقاومة عن طريق الطول أو المساحة أو (resistivity)

- Strain gauges .

تعتمد على تغير أبعاد المقاومة.

بينما thermistor , Photo Conductive تعتمد على المقاومة النوعية.

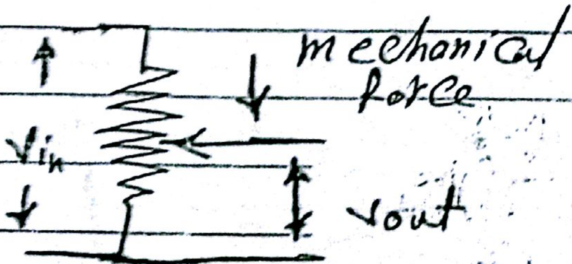
---

* Potentiometer :-

مقاومة متغيرة.

عبارة عن مقاومة لها ثلاثة أطراف
واحد متحرك واثنين ثابتين

تؤثر على المنزلق فتغير المقاومة فيتغير الجهد

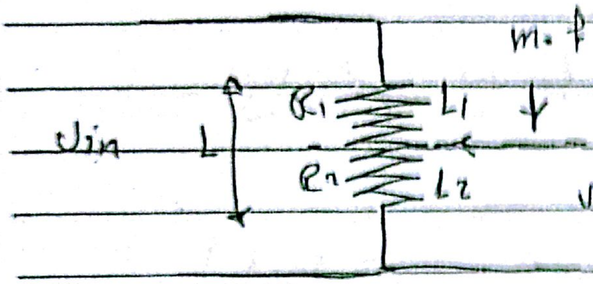


Voltage divider

- يستخدم التحكم من الإلكترونيات عديدة

- يستخدم مع low Power (قدرة منخفضة)

لأنه مع High Power مع مقاومة مصنوعة مقاومتها عالية جداً.



$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R_1+R_2}$

$V_{out} = V_{in} \frac{R_2}{R}$

$R_2 = \rho L_2/A \qquad R = \rho L/A$

$L = L_1 + L_2$ مقاومة نوع واحد

$$V_{out} = V_{in} \frac{L_2}{L} \qquad V_{out} \propto L_2$$

يستخدم أيضاً في القياس السرعة velocity تفاضل مسافة بالزمن تفاضل Vout بالنسبة للزمن

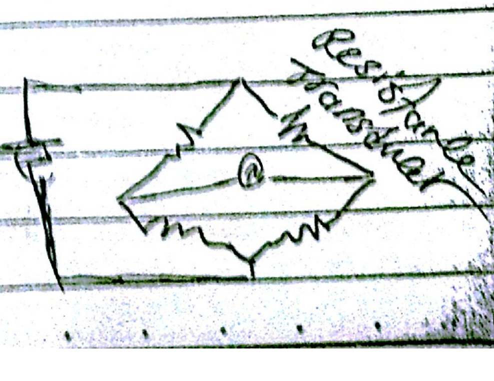
$$velocity \propto \frac{dL_2}{dt} \propto dV_{out}/dt$$

تفاضل جهد الخرج بيعطي العجلة

$$acceleration \propto \frac{d^2 L_2}{dt^2} \propto \frac{d^2 V_{out}}{dt^2}$$

ممكن استخدامها في قنطرة ويتستون wheatstone
يتم وضعها مكان مقاومة متغيرة

المقاومة بيكون مساوية
تتناسب مع قيمة المقاومة
المقاسة.



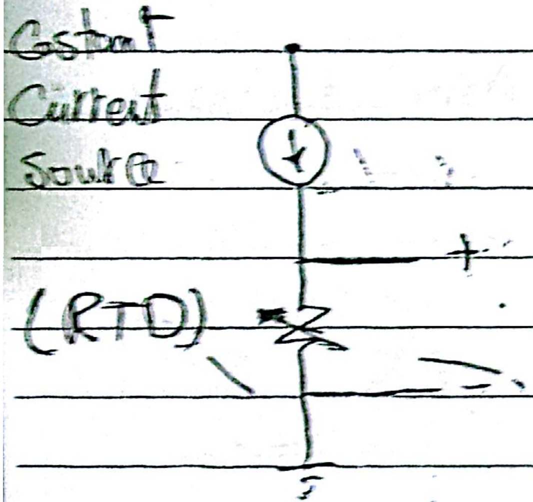


Resistance temperature detector.
(RTD)

- تعتبر من أهم الـ Temperature sensor دقة

- تعطي استقرار جيد و دقة أكثر لفترة طويلة

- تستخدم أيضاً في سيارات هايبرد خاصة في
(Motors , generators)



- تعتمد على التغير في درجة الحرارة

مقاومة تتغير بتغير درجة الحرارة

$T \uparrow \therefore \uparrow R$

$R \propto T$

$$R_T = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$$

∴ درجة الحرارة تتغير .

∴ المقاومة تتغير . ← الجهد بالتالي

∴ التيار يتغير .

- relation between R&T linear

→ Thermistor

مصنوع من semiconductors وله نفس فكرة عمل (RTD) لكن.

تغير درجة الحرارة يؤدي الى تغير resistivity (ρ)

- المقاومة النوعية (ρ)

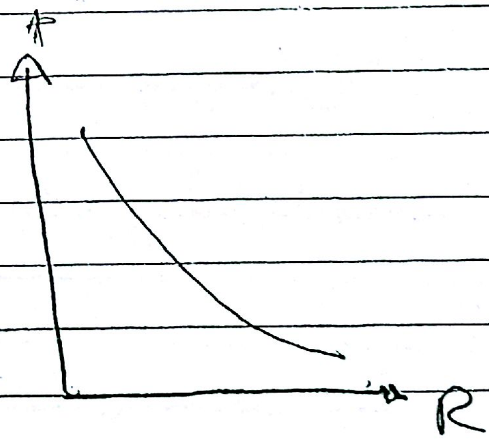
$\rho \propto \frac{1}{T}$ $\qquad$ $R \; \frac{n}{\rho}$

- Negative Temperature Coefficient معامل سالب α

sensitivity عالية جداً.

$$R_{T_1} = R_{T_2} \, e^{B\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right)}$$

B Constant for the thermistor material between 3500 and 4500





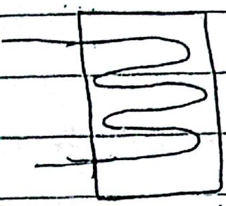
* strain gauge *

هو sensor له مقاومه تتغير بتغير القوة

- تحول القوة والضغط والوزن الى تغير في المقاومه الكهربية.

strain ← الانفعال (الزياده في الطول)

* عباره عن قاعده عليها سلك حساس معزول بشكل



الضغط يؤدي الى التغير في الابعاد فيؤدي الى تغيير في قيمة المقاومه.

- من استخداماته في قنطرة ويتستون wheatstone bridge

مع temperature controlled strain gauge

الحد الاقصى حساسية max of sensitivity من العامل GF

- بدخول تأثير درجة الحرارة على المقاومات في الاعتبار

- normalized -

- نسبة شيء لشيء اصلي.

$\frac{\Delta L}{L}$ التغير في الطول مع الطول الاصلي

$\frac{\Delta d}{d}$ تغير في القطر الى القطر الاصلي

$\frac{\Delta a}{a}$ تغير في المساحه الى المساحه الاصليه

$\frac{\Delta R}{R}$ تغير في المقاومه الى المقاومه الاصليه

$R = \frac{\rho L}{a}$ $\quad a = \frac{\pi}{4} d^2$

$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta L}{L}(1-2\gamma)$

'γ' Poisson's Constant (ratio) $\gamma = -\frac{\delta d / d}{\delta L / L}$

ثابت بواسون

$K = 1 - 2\gamma = \frac{\Delta R \, L}{\Delta L \, R} = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L}$

$K \Rightarrow$ Gauge factor $= \dfrac{\text{علاقة التغير المقاومة}}{\text{علاقة التغير الطول}}$

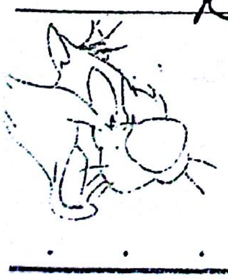
خواص strain gauge (الشروط الواجب توافرها فيه)

1. high resistance — مقاومة عالية
2. Low temperature Coefficient — تأثير منخفض لدرجة الحرارة
3. suitable frequency response — استجابة للترددات
4. high gauge factor (K) — (K) عالية
5. linear resistance strain relation — علاقة خطية بين المقاومة والانفعال

Ex: $K = 2$ $\quad R = 100\,\Omega$ find strain gauge resistance

$\Delta L / L = 2 \times 10^{-3}$ $\Leftarrow$ strain

$K = \frac{\Delta R / R}{\Delta L / L}$



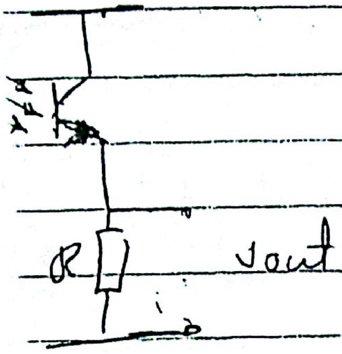
$\Delta R = K(\Delta L / L) R = 2 \times 100 \times 2 \times 10^{-3} = 0.4$

$R_{new} = \Delta R + R = 100 + 0.4 = 100.4\,\Omega$

Photodiode

يحول الضوء الى تيار كهربي

التيار يتناسب مع كثافة الضوء
ممكن ان تتعامل مع مستوى ضوء أعلى



بسقوط الضوء على Photodiode يعمل
على توصيل التيار للحمل RL

→ self Generating Transducers.

- لا يحتاج من الخارج لمصدر جهد (التغذية نفسها)
- self Biasing

للحصول على علاقة خطية Linear relations
- s.c يتم قياس تيار الخرج
- o.c يتم قياس جهد الخرج

Photovoltaic Cells خلية شمسية

- يحول الضوء الساقط عليه الى طاقة كهربية
عكس Photo diode يحتاج الى مصدر خارجي.

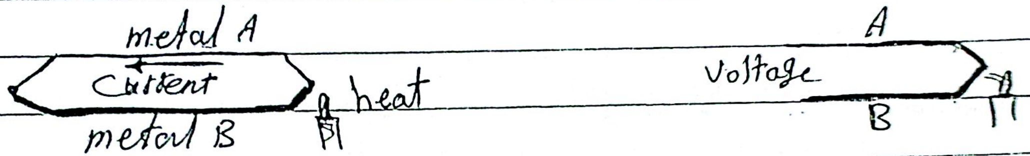
- بسقوط الضوء على الوصلة ما بين مواد مختلفة
ينتج فرق جهد يسبب تيار صغير يعمل
على تكبير التيار واستقباله.

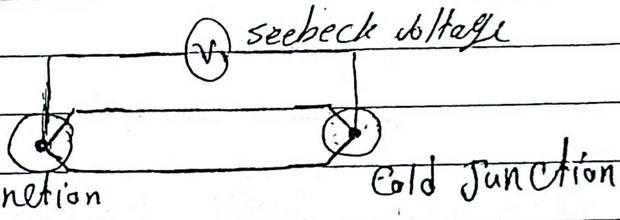
Thermo Couple

- وسيلة لتحويل الحرارة الى تيار او جهد.

- عندما يتصل معدنين مختلفين في حلقة مغلقة ويسخن (Heated) يمر تيار، ويفتح الحلقة (loop) يمكن قياس جهد (فرق جهد) يسمى seebeck voltage.

seebeck voltage: هو فرق الجهد الذي يظهر على طرفي Thermo Couple نتيجة لفرق درجات الحرارة (Heat, Cold).





$$E = K_1 (T_h - T_c) + K_2 (T_h^2 - T_c^2)$$

E seebeck voltage
T_h Hot Junction Temperature
T_c Cold Junction Temperature
(K_1, K_2) Constant thermo Couple meterial.



ملاحظة

يتناسب فرق الجهد مع درجة الحرارة
وبالتالى قياس فرق الجهد يعبر عن درجة الحرارة.

* Piezoelectric Transducer *

في بعض Special crystals توزيع non-uniform للشحنات
عند التعرض للتحميل الميكانيكي
فيحدث ازاحة للشحنات وبالتالي يحدث Polarization
لينتج فرق جهد بين الطرفين. ولكننا نستخدم
الحل العكسي بحيث :

عند تطبيق مجال على Transducer فيحدث اهتزاز للمادة
فينتج "ultrasonic frequency" "ultrasonic Transducer"

فإنه يمكن ان يستخدم Piezoelectric لقياس الضغط
Pressure meter و Speakers لانتاج موجات صوتية

---

* Variable Inductance Type Transducers *

التغير في Inductance يمكن ان يكون تغير في self او Mutual

$$\text{self } L = \frac{N^2}{R} \qquad R = \frac{l}{\mu A} \qquad L = \frac{N^2 \mu A}{l}$$

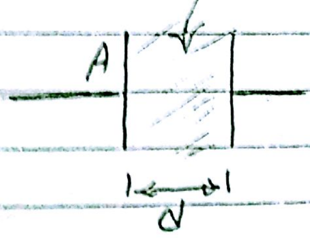
l Length $\quad \mu$ Permeability

$$\text{Mutual } M = k\sqrt{L_1 L_2}$$

عند وجود سطح موصل بالقرب من ملف يحمل تيار
متغير فإنه ينشأ في السطح تيار بالحث يسير في دوائر
تسمى eddy Current

-* Capacitive Transducer.

$$C = \frac{\varepsilon A}{d} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{d}$$



$$\Delta C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r A}{\Delta d}$$

بتغير المسافة بين اللوحين سيكون تتغير سعة المكثف
وذلك عن طريق
احد الاسطح المكثف متحرك والاخر ثابت

<u>Capacitive</u> C ثلاث طرق لتغير

change dielectric Constant type ε ①
change area of the Plates. A ②
change distance between the Plates d ③
واستعمل طريقة.

<u>dielectric Constant</u>

- بتغير الاسطح العازلة يتغير ε
- استخدم لقياس مستوى السوائل في الخزانات Container
- استخدم لقياس رطوبة الهواء

<u>Area</u> (A)

- لتغير المساحة بين - استخدم لقياس
measured Torque on the shaft العزم في

distance (d)



استخدم لقياس
Pressure, velocity and acceleration
عالي ، سريع ، خفيف .

همسات قلبي

Date:

No:

Ch.7

9

* Cathode Ray oscilloscope *

(CRO)

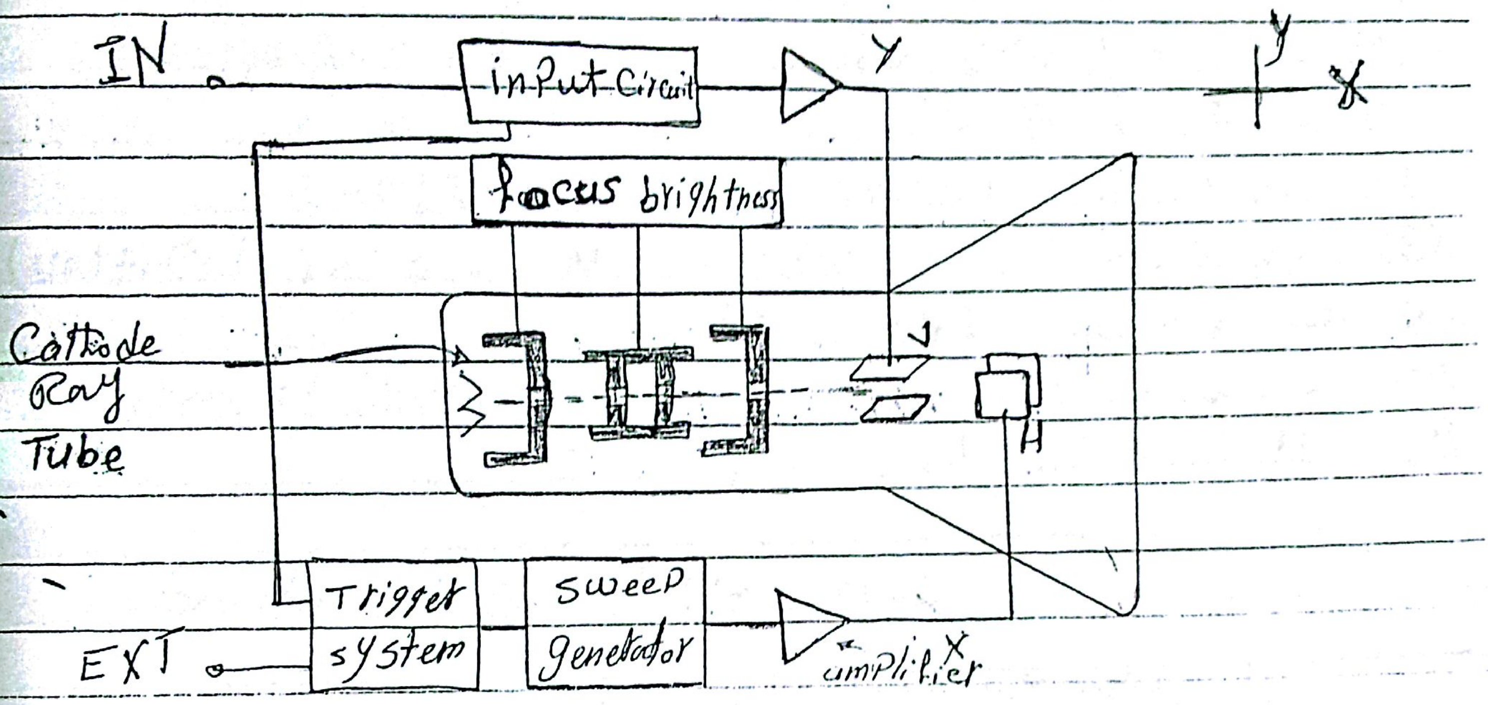
Cathode Ray oscilloscope تستخدم لعرض وقياس أشكال
الموجات الجهد والتيار والتردد والطور و Periodic Time
الزمن الدوري
& Phase shift

display wave form of the voltage, current, frequency, Phase and Periodic Time.

If the frequency of the signal is larger.
تردد الموجه (الاشارة) عالي جداً
← العين لا يمكن حفظ الصورة Picture.

the main function of the oscilloscope.
الوظيفة الرئيسية لـ
تثبيت الصورة على الشاشة لبعض الوقت
بواسطة
Hold تثبيت

* Block diagram of a typical oscilloscope :-



Basic Construction of oscilloscope ←

1. dc supply.
2. Cathode Ray Tube.
3. Trigger circuit.
4. Sweep generator. (Time Base)
5. vertical amplifier.
6. Horizontal amplifier.
7. vertical and Horizontal deflection plates.
8. Calibrated attenuator.

شعاع الالكترونات الخارج من (CRT) انبوب الكاثود يتعرض لتأثير
مجالين رأسي يعمل خلال الاصدار ومجال افقي مع الزمن

الحركة الافقية يولدها (time Base generator)
مسئوله عن انتاج محور الزمن

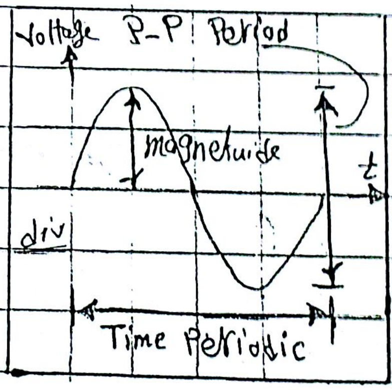
Setting UP an oscilloscope

إعدادات العمل.

① يتم تشغيل الجهاز حتى يعطي اشارة ولا يتم بتوصيل دخل.
② يتم ضبط oscilloscope على القناه المطلوب للعرض.
③ يتم ضبط channel (AC / DC / GND).
④ يتم ضبط تدريج volt/div الى وحده (vertical).
⑤ يتم ضبط shift (X ، Y).
⑥ يتم ضبط شدة الإضاءة والتركيز (Intensity, focus).
⑦ الآن يمكن العمل والقراءة.

Measuring voltage and Time Period.

شاشة الـ oscilloscope تعرض علاقة ما بين الجهد والزمن
شكل الرسم يعبر عن طبيعة الإشارة.



volt/div

time/div

✱ يتم قياس Time Periodic الزمن الدوري T

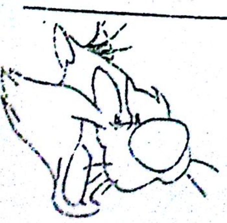
T = (time/div) * no of div ⇒ sec

يتم قياس Voltage

Vm = volt/div * no of div ⇒ volt

magnetuide أو القمة

↳ 1/2 Peak To Peak voltage.



Measuring Current and frequency.

يمكن قياس التيار من خلال العرض لمقاوم

$$I = \frac{V}{R}$$

لو استخدمنا مقاومة صغيرة
1Ω ← R
لا تؤثر في الحرارة ولا تحمل الدائرة الأحمال.

تدمج تلك المقاومة مع الدائرة.

يمكن قياس التردد f بواسطة قياس

T = Time/div × no. of div الزمن الدوري T

$$F = \frac{1}{T}$$

no. of div عدد الأقسام الأفقية

يمكن استخدام two channel معاً عن طريق

dual لرسم علاقتين معاً بالنسبة للزمن

استخدام X-Y mode عن طريق ضغط dual يا يستخدم
لعرض العلاقتين معاً
بدون الزمن.